

## Effect of Lentil Flour Addition on Physical and Sensory Properties of Stirred Yoghurt

Ahmet Küçükçetin, Fundagül Erem, Ülgen İlknur Konak, Muammer Demir, Muharrem Certel

Akdeniz University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Antalya, Turkey

Received (Geliş Tarihi): 05.10.2012, Accepted (Kabul Tarihi): 23.11.2012

✉ Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): [kucukcetin@akdeniz.edu.tr](mailto:kucukcetin@akdeniz.edu.tr) (A. Küçükçetin)

☎ 0 242 310 65 69 📠 0 242 227 45 64

### ABSTRACT

The effect of lentil flour addition on the physical and sensory properties of stirred yoghurt was determined in this study. The firmness, apparent viscosity, consistency index, thixotropy and water holding capacity of yoghurts increased with an increase in the ratio of lentil flour in the formulae; however the flow behavior index and sensory scores of the stirred yoghurt samples decreased. Yoghurts with red lentil flour had lower flow behavior index and higher firmness, apparent viscosity, consistency index, thixotropy and water holding capacity than those with either green or yellow lentil flour.

**Key Words:** Lentil, Yoghurt, Physical properties, Sensory properties

### Pıhtısı Parçalanmış Yoğurdun Fiziksel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Mercimek Unu İlavasının Etkisi

#### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, mercimek unu tipi ve miktarının, pıhtısı parçalanmış yoğurdun fiziksel ve duysal özelliklerini nasıl etkilediğini araştırmaktır. Mercimek unu oranı arttıkça yoğurdun sertlik, görünür viskozite, kıvam katsayısı, tiksotropi ve su tutma kapasitesi değerleri artmış, ancak akış davranış indeksi ve duysal değerlendirme puanları azalmıştır. Kırmızı mercimek unu kullanılarak üretilen yoğurt, yeşil veya sarı mercimek unu ile üretilen yoğurda göre daha düşük akış davranış indeksine ve daha yüksek sertlik, görünür viskozite, kıvam katsayısı, tiksotropi ve su tutma kapasitesi değerlerine sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Mercimek, Yoğurt, Fiziksel özellikler, Duyusal özellikler

#### INTRODUCTION

Yoghurt is a very popular dairy product all around the world mainly due to its nutritional value and healthy aspects [1, 2]. The increasing popularity of yoghurt can be attributed to consumer preference for a healthier lifestyle that includes more nutritious foods [3]. Besides health-promoting and nutritional aspects of yoghurt, its physical and sensory properties play important quality and consumer acceptance [4].

Fruits, cereals, nuts, chocolate, marmalade, honey, and various other substances were added to yoghurt milk for different nutritional and/or technical applications in yoghurt manufacture [5]. Incorporating lentil as lentil flour can enhance nutritional value of yoghurt and improve yoghurt quality [6]. Lentil is one of the oldest crops cultivated by humans and is consumed in Europe, the Middle East, Africa and South Asia [7]. Lentil is a valuable source of essential dietary components and trace elements as well as an important protein and carbohydrate source [8]. However, up to date, very little

has been done with lentil flour in yoghurt fortification. Furthermore, the effect of flour from lentil varieties on yoghurt quality has not been studied in detail. The objective of this research is to study the effect of the addition level of flour from lentil varieties on the physical and sensory properties of stirred yoghurt.

## MATERIALS and METHODS

### Milk Processing and Yoghurt Preparation

Low-heat skim milk powder (95.4% total solids, 35.2% protein, 1.1% fat; Izi Dairy Inc., Konya, Turkey) was reconstituted in deionised water, giving a final concentration of 12% dry matter, and then, it was kept at 4°C for 2h to allow the powder to become fully hydrated. Then, red, green and yellow lentil flours (Arom Tech Com., Izmir, Turkey) were added to skim milk heated at 55°C at levels of 1, 2, or 3% (w/w). The mixes were homogenized using an Ultra-Turrax blender (IKA T25, IKA, Staufen, Germany) at 9500 rpm until all ingredients were dissolved. For the yoghurt preparation, low-heat skim milk powder was added to the mixes to give the final total solids content of 15%. Skim milk with 15% total solids not containing any flour was used as the control. The standardized yoghurt milk was heated at 90°C for 5 min and, then, subsequently cooled to 45°C. After cooling, 0.1 g/L of frozen pellets (starter culture DI-PROX TY 973, Bioprox, France), used for the manufacture of 5 L of yoghurt for each treatment applied, were added according to the manufacturer's reference. The inoculated milk was incubated at 42°C until the pH decreased to 4.60. Fermentation was stopped by rapid cooling to 4°C in an ice-water bath. Immediately after cooling, the yoghurt samples were manually stirred with a stainless-steel bored disk by up and down movements for 1 min. After setting the stirred products into 200 mL cups, they were stored at 4°C for 30 days. The physical and sensory characteristics of the samples were analyzed. All experiments were repeated two times.

### Physicochemical Measurements

Proximate analysis of lentil flours including moisture, protein, fat, crude fiber and ash measurement were done using standard AOAC methods [9]. The firmness

of the stirred yoghurt was determined by a TA-XT Plus Texture Analyzer (Stable Micro System, Godalming, UK) in accordance with the method of Sodini et al. [10]. Apparent viscosity was measured using a Brookfield DVII+Pro viscosimeter (Brookfield, Middleboro, MA, USA) with a Helipath (T spindle, type D) following the method described by Rasmussen et al. [11]. Rheological properties of the first day yoghurt samples were measured on a Brookfield R/S plus rheometer (Brookfield, Middleboro, MA, USA) using double gap concentric cylinder geometry (DG 3) with a Brookfield temperature control (TC-502) at constant temperature of 10°C. The sample was sheared by linearly increasing shear rate from 0.5 to 300 s<sup>-1</sup> for 5 min (upward curve) and reducing back to 0.5 s<sup>-1</sup> in the next 5 min (downward curve). Obtained shear rate-stress data were fitted by the power law model using Rheo3000 software (Rheotec Messtechnik GmbH, Berlin, Germany) to determine the rheological properties of the samples. Water holding capacity of the day 1 samples was determined in accordance with the method from Michael et al. [12].

### Sensory Analysis

Sensory analysis was conducted by a group of seven trained panelists (staff and graduate students from the Department of Food Engineering, Akdeniz University). The panelists were asked to judge the product using a modified methodology of Bodyfelt et al. [13].

### Statistical analysis

All statistical calculations were analyzed using SAS Statistical Software (released for Windows, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Duncan's multiple range test was conducted to detect differences among the treatment means.

## RESULTS and DISCUSSION

The proximate compositions of the lentil flours are given in Table 1. Yellow lentil flour was characterized with its higher content of moisture, while red lentil flour was higher in protein and fat, and green lentil flour was higher in crude fiber. Ash contents of the lentil flours were similar.

Table 1. Proximate composition of lentil flours (g/100g)<sup>1</sup>

Lentil Flour Type	Moisture	Protein	Fat	Crude Fiber	Ash
Green	7.2±0.2	27.1±0.0	0.9±0.0	4.2±0.2	2.5±0.0
Red	6.2±0.0	30.5±0.1	1.7±0.0	1.3±0.1	2.4±0.0
Yellow	7.8±0.0	29.6±0.1	1.3±0.0	1.3±0.1	2.6±0.0

<sup>1</sup>: Values are means ± standard deviation

Rheological parameters of the yoghurt samples described by power law model are shown in Table 2. Determination coefficient (R<sup>2</sup>) for the model was above 0.90 showing satisfactory fit of flow curves. The consistency indices and thixotropy values of the day 1 yoghurt samples ranged from 9.2 to 24.1 Pa.s<sup>n</sup> and from 1876 to 3164 Pa.s<sup>-1</sup>, respectively. The consistency index (K) and thixotropy of the samples increased significantly

(P<0.01) when the ratio of lentil flours was increased. Yoghurt containing 3% red lentil flour had the highest consistency index, while the lowest consistency index was exhibited by yoghurts containing 1% lentil flour, 2% green lentil flour and the control sample. At level of 2 or 3% lentil flour supplementation, the consistency index of yoghurt containing red lentil flour was significantly (P<0.05) higher than that of yoghurt containing yellow or

green lentil flour. The yoghurt sample containing red lentil flour at level of 3% had the highest thixotropy, with the difference in the thixotropy of samples containing 3% lentil flour not being significant ( $P>0.05$ ). The control sample had the lowest thixotropy, followed by yoghurts contained 1% yellow lentil flour, 1% green lentil flour and 2% green lentil flour, respectively, which were significantly lower ( $P<0.05$ ) than the sample containing 1% red lentil flour. Flow behavior indices varied from 0.26 to 0.43. The flow behavior index ( $n$ ) decreased

significantly ( $P<0.01$ ) when the amount of lentil flours had been increased. The flow behavior index of the yoghurt containing 3% red lentil flour was significantly lower than all other samples. At level of 2 or 3% lentil flour supplementation, the sample containing red lentil flour had the lowest flow behavior index, followed by yoghurts contained yellow lentil flour and green lentil flour, respectively. However, the highest flow behavior index was exhibited by yoghurts containing 1% lentil flour, 2% green lentil flour and the control sample.

Table 2. Rheological properties of yoghurts containing different amounts of flour from lentil varieties according to the power law model<sup>1</sup>

Lentil Flour Type	Ratio (%)	Thixotropy (Pa.s <sup>-1</sup> )	Consistency index (K, Pa.s <sup>n</sup> )	Flow behavior index (n)	R <sup>2</sup>
Control	0	1876±64f	9.3±0.6e	0.40±0.01ab	0.95
Green	1	2178±147def	9.2±0.5e	0.43±0.00a	0.95
	2	2300±155def	10.6±1.1de	0.40±0.02ab	0.95
	3	2790±88abc	13.3±1.2cd	0.37±0.01bc	0.94
Red	1	2402±359cde	9.4±1.2e	0.42±0.01a	0.94
	2	2887±564ab	19.8±2.8b	0.29±0.04d	0.94
	3	3164±258a	24.1±5.1a	0.26±0.04e	0.93
Yellow	1	2010±22ef	9.6±0.3e	0.42±0.01a	0.96
	2	2509±24bcd	14.0±0.2cd	0.36±0.02c	0.95
	3	3141±166a	16.5±1.9bc	0.33±0.01d	0.92

<sup>1</sup> Values are means ± standard deviation, and different letters within a column indicate significant differences according to the Duncan's multiple range test ( $P<0.05$ )

The firmness and apparent viscosity values of all yoghurts with or without lentil flour are given in Table 3. The firmness increased as the level of lentil flour was increased. The firmness of yoghurts containing lentil flours was higher than that of the control yoghurt. The yoghurt containing 3% red lentil flour was the most firm, approximately 2 times firmer than that of the control yoghurt during storage. The results showed that the yoghurt contained red lentil flour had the highest firmness at an equal concentration, followed by yoghurts contained yellow lentil flour and green lentil flour,

respectively. During cold storage, the firmness of the yoghurts increased significantly ( $P<0.05$ ). According to the results, yoghurts with lentil flour provided for a higher apparent viscosity than that measured in the control yoghurt. As the ratio of lentil flour was increased, the apparent viscosity values increased significantly ( $P<0.05$ ) for all the yoghurt samples. The highest apparent viscosity value was exhibited by yoghurt containing 3% red lentil flour. The apparent viscosity values of the samples increased significantly ( $P<0.05$ ) as the storage time was increased.

Table 3. Firmness and apparent viscosity values of yoghurts containing different ratios of flour from lentil varieties during storage<sup>1</sup>

Yoghurt Type	Storage time (day)	Firmness (g)			Apparent viscosity (Pa.s)		
		1	15	30	1	15	30
Control (No lentil flour)		47.4±0.5	51.3±1.5	57.6±1.4	30.4±1.1	46.4±2.3	50.4±2.4
Yoghurt with green lentil flour	1%	47.7±1.1	55.5±2.0	62.6±0.9	31.3±1.0	51.4±3.7	67.0±2.0
	2%	52.4±0.2	66.3±1.2	72.8±1.3	45.0±2.0	56.0±1.1	82.6±0.8
	3%	58.8±0.1	74.5±2.0	84.5±2.7	51.4±0.3	71.0±2.0	90.2±0.3
Yoghurt with red lentil flour	1%	49.4±0.0	65.0±0.2	75.3±2.5	46.2±3.1	67.0±2.0	79.4±2.5
	2%	75.4±0.3	91.3±0.9	107.5±1.9	53.8±2.6	83.8±3.1	103.2±2.8
	3%	85.5±0.1	122.7±0.8	129.5±1.4	76.8±3.3	111.2±2.8	129.8±3.7
Yoghurt with yellow lentil flour	1%	48.4±0.4	57.4±0.5	63.0±0.4	35.6±1.7	51.4±3.7	56.0±2.8
	2%	60.8±0.9	74.7±0.5	82.2±1.7	48.8±1.7	68.0±2.9	76.8±0.4
	3%	71.2±0.4	84.6±3.1	95.2±2.5	61.6±1.9	76.0±2.8	91.0±2.8

<sup>1</sup> Values are means ± standard deviation.

The water holding capacity values of the day 1 yoghurt samples are presented in Figure 1. Lentil flour increased water holding capacity of the yoghurt samples. This result was similar to that reported for yoghurt by Zare et al. [6]. The water holding capacity of yoghurts containing lentil flours was higher than that of the control yoghurt. The highest water holding capacity (42.1%) was

observed in yoghurt containing 3% red lentil flour, presenting increase of 53% in relation to the control sample. At level of 2 or 3% lentil flour supplementation, the sample containing red lentil flour had the highest water holding capacity, followed by yoghurts contained green lentil flour and yellow lentil flour, respectively. There were insignificant differences ( $P>0.05$ ) among the

water holding capacity values between the yoghurts containing 1% green lentil flour and red lentil flour, which were significantly higher ( $P<0.05$ ) than the yoghurt containing 1% yellow lentil flour.

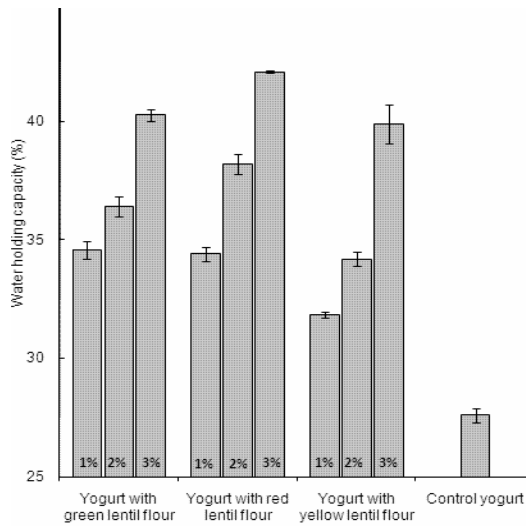


Figure 1. The effect of lentil flour addition on the water holding capacity of the yoghurts. The error bars represent standard deviations.

The sensory properties of the stirred yoghurt samples are shown in Table 4. The mean scores of the sensory assessment of the control sample was higher than all other samples, with the difference in the mean sensory panel scores of the control sample and the sample containing 1% yellow lentil flour not being significant ( $P>0.05$ ). According to the sensory evaluation results, the scores for aroma, structure and appearance decreased as the level of lentil flour was increased. The results showed that the yoghurt contained yellow lentil flour showed the highest scores at an equal concentration, followed by yoghurts contained red lentil flour and green lentil flour, respectively, in terms of structure and appearance.

Regarding aroma scores, the yoghurt contained yellow lentil flour had the highest scores at an equal concentration, followed by yoghurts contained green lentil flour and red lentil flour, respectively. In general, the sensory quality of yoghurts decreased after 30 days of storage, while the highest scores were obtained with yoghurts after 1 day storage. Based upon the sensory evaluation, 1% yellow lentil flour supplemented yoghurt among the lentil flour supplemented yoghurt samples was more preferred by the panelists.

Table 4. Sensory properties of yoghurts containing different amounts of flour from lentil varieties during storage<sup>1</sup>

Properties / Scores	Storage time (day)	Control (No lentil flour)	Yoghurt with green lentil flour			Yoghurt with red lentil flour			Yoghurt with yellow lentil flour		
			1%	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%
Aroma (full score:10)	1	9.8±0.3	9.4±0.2	9.0±0.3	8.7±0.3	9.3±0.3	8.8±0.8	8.8±0.3	9.5±0.4	9.1±0.2	8.9±0.2
	15	9.6±0.7	8.7±0.8	8.5±0.6	8.3±0.5	8.3±0.2	8.2±0.3	8.1±0.4	9.3±0.8	8.8±0.7	8.3±0.8
	30	9.3±0.4	8.2±0.8	8.1±0.9	7.8±0.8	8.0±0.0	8.0±0.0	7.8±0.3	8.7±0.6	8.4±0.6	8.1±1.0
Structure (full score:5)	1	4.9±0.1	4.7±0.1	4.7±0.2	4.5±0.2	4.8±0.2	4.8±0.3	4.6±0.3	4.9±0.1	4.8±0.1	4.7±0.2
	15	4.9±0.1	4.7±0.1	4.6±0.2	4.6±0.2	4.8±0.0	4.8±0.2	4.6±0.2	4.9±0.1	4.8±0.1	4.7±0.2
	30	4.8±0.1	4.3±0.3	4.2±0.3	4.2±0.3	4.6±0.2	4.4±0.2	4.4±0.2	4.6±0.2	4.4±0.4	4.4±0.4
Appearance (full score:5)	1	5.0±0.0	4.4±0.1	4.1±0.4	3.8±0.4	4.8±0.3	4.7±0.3	4.4±0.3	5.0±0.0	4.8±0.3	4.6±0.3
	15	4.9±0.1	3.9±0.5	3.8±0.7	3.7±0.5	4.6±0.5	4.2±0.1	3.9±0.1	4.7±0.2	4.7±0.2	4.5±0.4
	30	4.9±0.1	3.9±0.5	3.7±0.7	3.6±0.6	4.6±0.5	4.2±0.1	3.9±0.1	4.7±0.2	4.6±0.5	4.5±0.4

<sup>1</sup> Values (mean±standard deviation) of aroma, structure and appearance scores of the non-fat stirred yoghurt

## CONCLUSION

This study has shown that the physical and sensory properties of non-fat stirred yoghurt are influenced by the addition of different types and ratios of lentil flour to varying degrees. Lentil flour addition to yoghurt milk resulted in an improved physical properties of the yoghurt. Among the lentil flour-contained samples, yoghurt samples contained red lentil flour had the highest firmness, apparent viscosity, consistency index, thixotropy, water holding capacity and the lowest flow behavior index at an equal concentration. An increase in the levels of lentil flour negatively affected the sensory scores of the samples. However, there were no significant differences in the sensory scores between the control yoghurt and the yoghurt containing 1% yellow lentil flour. The results of this study revealed that lentil flour could be potentially considered as a source of ingredient for yoghurt supplementation.

## ACKNOWLEDGEMENT

This research was funded by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Akdeniz University (Turkey).

## REFERENCES

- [1] Tamime, A.Y., 2004. Recent Developments in Dairy Science and Technology. In *Proceedings of the International Dairy Symposium*, pp. 24-28. Isparta, Turkey.
- [2] Chandan, R.C., 2006. Basic Background. In, Chandan RC, White CH, Kilara A, Hui YH (Eds): *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*. 1st ed., pp. 3-15. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
- [3] Schmidt, K., Herald, T.J., Khatib, K. A., 2001. Modified wheat starches used as stabilizers in set-style yogurt. *J. Food Quality* 24: 421-434.
- [4] Ozen, A.E., Kılıc, M., 2009. Improvement of physical properties of nonfat fermented milk drink by using whey protein concentrate. *J. Texture Stud.* 40: 288-299.
- [5] Chryssanthopoulos, C., Maridaki, M., 2010. Nutritional Aspects of Yogurt and Functional Dairy Products. In Yildiz F (Ed): *Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products*, 1st ed., pp. 267-305. CRC Press Taylor and Francis Group, New York.
- [6] Zare, F., Boye, J.I., Orsat, V., Champagne, C., Simpson, B.K., 2011. Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour. *Food Res. Int.* 44: 2482-2488.
- [7] Zou, Y., Chang, S.K.C., Gu, Y., Qian, S.Y., 2011. Antioxidant activity and phenolic compositions of lentil (*Lens culinaris* var. Morton) extract and its fractions. *J. Agr. Food Chem.* 59: 2268-2276.
- [8] Thavarajah, D., Ruszkowski, J., Vandenberg, A., 2008. High potential for selenium biofortification of lentils (*Lens culinaris* L.). *J. Agr. Food Chem.* 56: 10747-10753.
- [9] Anonymous, 1995. Official Methods of Analysis of Association of Official Agricultural Chemists International, AOAC, 16th ed. Arlington, VA, USA.
- [10] Sodini, I., Montella, J., Tong, P.S., 2005. Physical properties of yogurt fortified with various commercial whey protein concentrates. *J. Sci. Food Agr.* 85: 853-859.
- [11] Rasmussen, M.A., Janhoj, T.H., Ipsen, R., 2007. Effect of fat, protein and shear on graininess, viscosity and syneresis in low-fat stirred yoghurt. *Milchwissenschaft* 62: 54-58.
- [12] Michael, M., Campderros, M.E., Padilla, A.P., 2010. Impact of a plant extract on the viability of *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* in nonfat yogurt. *Int. Dairy J.* 20: 665-672.
- [13] Bodyfelt, F.W., Tobias, J., Trout, G.M., 1988. *The Sensory Evaluation of Dairy Products*, 2nd ed., pp. 598, Van Nostrand Reinhold, New York. 1988.

## Nitrate and Nitrite Contents of Baby Foods

Özgül Özdehan<sup>1</sup>, Ali Üren<sup>2</sup><sup>1</sup>Ege University, Faculty of Engineering, Food Engineering Department, Bornova, Izmir, Turkey<sup>2</sup>Avrasya University, Faculty of Architecture and Engineering, Food Engineering Department, Trabzon, Turkey

Received (Geliş Tarihi): 31.10.2012, Accepted (Kabul Tarihi): 01.12.2012

✉ Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): [ozgul.ozdehan@ege.edu.tr](mailto:ozgul.ozdehan@ege.edu.tr) (Ö. Özdehan)

☎ +90 232 311 13 15 📠 +90 232 342 75 92

### ABSTRACT

Nitrate and nitrite are undesired compounds in foods. Nitrate ion is not directly toxic but it can readily be converted to harmful nitrite ion by microbial reduction. Nitrite can interact with hemoglobin to form methemoglobin by oxidation of ferrous iron (Fe<sup>+2</sup>) to the ferric state (Fe<sup>+3</sup>), a condition described as methemoglobinemia that is dangerous, especially in infants, and it is called as blue-baby syndrome. There have been a limited number of studies about nitrate and nitrite content of baby foods in literature. In this study, nitrate and nitrite analyses were made in 20 vegetable and fruit-based baby foods sold in Izmir, Turkey. Nitrate concentrations of baby foods changed from 3.32 to 99.73 mg/kg. Nitrite concentrations of baby foods changed from non-detectable values to 30.09 mg/kg. The results indicated that nitrate contents were all below the legislated value (200 mg/kg).

**Key Words:** Blue-baby syndrome, Nitrate, Nitrite, Baby food

### Bebek Mamalarının Nitrat ve Nitrit İçerikleri

#### ÖZET

Nitrat ve nitrit gıdalarda bulunması istenmeyen bileşiklerdir. Nitrat iyonu direkt olarak toksik etkiye sahip değildir ancak mikrobiyal indirgenme ile zararlı nitrit iyonuna dönüşebilmektedir. Nitrit hemoglobin ile interaksiyona girmekte, Fe<sup>+2</sup> oksidasyon ile Fe<sup>+3</sup>e dönüşmekte, 'methemoglobin' meydana gelmektedir. Bu olay "methemoglobinemia" olarak adlandırılmaktadır. Çocuklar için tehlikelidir ve "mavi bebek sendromu" olarak bilinmektedir. Literatürde bebek mamalarında nitrat ve nitritin belirlenmesi ile ilgili az sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmada, İzmir'de marketlerde satılan sebze ve meyve bazlı 20 farklı bebek mamasında nitrat ve nitrit analizleri gerçekleştirilmiştir. Bebek mamalarının nitrat içeriği 3.32 ile 99.73 mg/kg arasında bulunmuştur. Bebek mamalarının nitrit içeriği ise tespit edilemeyen düzeylerden 30.09 mg/kg'a kadar değişen konsantrasyonlarda bulunmuştur. Örneklerin nitrat içeriği yasal sınır değerinin (200 mg/kg) altında bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Mavi bebek sendromu, Nitrat, Nitrit, Bebek maması

#### INTRODUCTION

Concentrations of harmful nitrogen-containing compounds, such as nitrate and nitrite, have increased in foods and drinks. The increasing levels of these compounds result mainly from organic matter in the soil, the use of nitrogenous fertilizers and herbicides in industrial agriculture, livestock and human excrement

and other organic wastes from chemical industries, domestic wastes and septic tank effluents [1-3]. Nitrate is naturally present in leafy vegetables and nitrite is usually added to meat as a preservative in the form of sodium or potassium salt [4].

Nitrite has several adverse effects upon human health [5]. Nitrite can interact with hemoglobin to form

methemoglobin by oxidation of ferrous iron ( $\text{Fe}^{2+}$ ) to the ferric state ( $\text{Fe}^{3+}$ ), thus preventing or reducing the ability of blood to transport oxygen, a condition described as methemoglobinemia that is dangerous, especially in infants (the so-called blue-baby syndrome) [6]. In the stomach, the reaction between nitrite and secondary amines leads to the formation of nitrosamines (N-nitroso compounds), some of which are known as carcinogenic, teratogenic, and mutagenic and increase risk of cancer of the stomach and esophagus [7-10].

The potential hazard of vegetable-borne nitrate is from its conversion to methaemoglobin-producing nitrite before and/or after ingestion [11]. Methaemoglobin cannot bind oxygen and produces a leftward shift in oxygen-dissociation curve, causing hypoxaemia [12]. Infants under 3 months of age are particularly susceptible to methaemoglobinaemia, for several reasons [11, 13]. They have lower activity of red cell enzyme NADH-cytochrome b5 reductase, which converts methaemoglobin to haemoglobin. Their lower gastric pH results in proliferation of intestinal flora, which reduce the ingested nitrate to nitrite. Foetal haemoglobin is oxidised more readily by nitrite to methaemoglobin than adult haemoglobin [14].

Very high concentrations (>2500 mg/kg) of nitrate [16] in vegetables (especially leafy vegetables) have been reported in different countries [17, 18]. Oral reduction of nitrate is the most important source of nitrite, accounting for approximately 70–80% of the human total nitrite exposure. About 5–7% of all ingested nitrate is converted to nitrite at the base of the tongue, where nitrate reducing bacteria are present. For subjects with a high rate of conversion, this figure may be up to 20% [19].

Spinach, lettuce, broccoli, cabbage, celery, radish, beetroot, etc. possess the tendency to accumulate nitrates. On the other hand, vegetables such as carrots, cauliflowers, French beans, peas and potatoes seldom accumulate nitrates. The nitrate content of vegetables may range from 1 to 10,000 mg/kg [15]. Baby foods have special functions in infant diets because they are major source of nutrients [20, 21] and a unique source of food during the first months of life [22]. According to Woese et al. [23], organic products contain fewer nitrates than their counterparts obtained with the conventional methods. On the other hand, De Martin and Restani [24] showed a content of nitrate independent from the agricultural practice used, with some organic leafy vegetables having very high nitrate content.

Consumption of vegetables containing high level of nitrates and incorrect storage of home-made vegetable purees has been found to be potential causes of infant methemoglobinaemia [25]. Processed infant foods may also contain increased levels of nitrites [26]. Commission Regulation (EC) No. 1881/2006 of 19 December 2006 [27], setting maximum levels for certain contaminants in food, establishes maximum levels for nitrates in spinach of 2000–3000 mg/kg, lettuce of 2000–4500 mg/kg and in processed cereal-based foods

and baby foods for infants and young children of 200 mg/kg. An acceptable daily intake (ADI) of 0–3.7 mg/kg body weight/day was established by the Scientific Committee of Food (SCF) in 1990 [28], retained in 1995 [29] and reconfirmed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food additives (JEFCA) in 2002 [30]. The acceptable daily intake (ADI) for nitrite was set at 0.06 mg/kg body weight [31].

Considering the potential risks of nitrate and nitrite to health as well as the lack of occurrence data in Turkey, the aims of this study were to determine nitrate and nitrite levels in vegetable and fruit-based baby foods labeled as from organic and conventional origin available in Izmir, Turkey and to estimate the toxicological risk associated with the consumption of baby foods containing nitrate and nitrite.

## MATERIALS and METHODS

### Samples

Twenty different vegetable and fruit-based baby foods were examined. All samples were bought from markets in Izmir (the third biggest city in Turkey). Brand codes, main ingredients and production methods (organic or conventional) of all samples were shown in Table 1. Nine of the samples were from organic origin, 11 of the samples were from conventional origin. Nine of the samples were vegetable-based baby foods, 11 of the samples were fruit-based baby foods. Three of samples were belong to brand A, 7 of samples were belong to brand B, 6 of samples were belong to brand C, 4 of samples were belong to brand D.

### Reagents

Analytical grade reagents were used. Sodium nitrite, sodium nitrate, cadmium acetate dihydrate, sulfanilic acid, N-(1-naphthyl)-ethylenediamine dihydrochloride, glacial acetic acid, ammonia, potassium ferrocyanide trihydrate, and disodium tetraborate decahydrate were purchased from Merck (Darmstadt, Germany). Zinc sulfate heptahydrate was purchased from Riedel-de Haen (Seize, Germany), and zinc powder from BDH (Poole, the U.K.).

### Apparatus

Ultra pure distilled water used throughout the procedure was supplied from the distillation apparatus of Zener Power I ultra pure distilled water instrument (Human, Korea). Absorbance of the red-violet azo compound was measured with a Cary 50 UV-vis spectrophotometer (Varian, U.K.).

### Sample Preparation

The method of Özdeştan and Üren [32] was followed. A 25 g amount of sample was homogenized with 80 mL of distilled water in a high-speed blender for 5 min and transferred into a 400 mL beaker; 100 mL of hot water (70-80°C) and 10 mL of 5% (w/v)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

solution were added and then mixed and heated for 15 min. The mixture was clarified by adding 5 mL of 23% (w/v) ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O solution and shaking for 15 s, then adding 5 mL of 15% (w/v) K<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>.3H<sub>2</sub>O solution and shaking for 15 s. After cooling, sample was diluted to 250 mL with distilled water and filtered through a

Whatman (no. 40) filter paper, and the extract was analyzed immediately. Griess reagent was prepared by the method of Özdeştan and Üren [32].

Table 1. Brand codes, main ingredients and production types of baby foods

Sample Code	Brand Code	Main Ingredients	Organic
BF1	A	patato, spinach	+
BF2**	A	apple, carrot	+
BF3	A	carrot, patato, pea, cauliflower	+
BF4	B	broccoli, patato, grape juice, pea	+
BF5**	B	grape juice, apple, carrot, banana, apricot	+
BF6	B	parsley, carrot, leek, patato, pea, broccoli, celery root	-
BF7**	C	peach, banana, apple	-
BF8	C	patato, apple puree, bean, carrot, pea, celery root, concentrated tomato juice, onion	-
BF9	D	carrot, celery root, patato, grape juice	-
BF10	B	bean, tomato, apple juice, patato	+
BF11	D	carrot, apple, apple juice	-
BF12**	B	apricot, banana, carrot, apple juice	+
BF13**	B	apple, apple juice, carrot	+
BF14	D	carrot, patato, cauliflower	-
BF15**	D	grape juice, banana, carrot, peach	-
BF16**	C	apple, grape, orange, banana	-
BF17**	C	pomace, banana puree, concentrated apple juice	-
BF18**	C	pear, peach, pineapple, concentrated grape juice	-
BF19**	C	banana, mandarin orange, pear, apple, carrot	-
BF20**	B	apple, apple juice, banana, peach, carrot	+

\*\* Fruit based baby foods

### Nitrate and Nitrite Analyses by Spectrophotometric Method

Nitrate and nitrite analyses were performed according to the method of Özdeştan and Üren [32]. The principle of the method was reduction of nitrate to nitrite with cadmium acetate solution and zinc powder and then colorimetric determination of nitrite with Griess reagent. Absorbance of the red-violet azo compound was read at 538nm against a reagent blank using a spectrophotometer. This optical density was a measure of both nitrate and nitrite in the sample due to contribution of the nitrite content, which might occur in the food sample being analyzed. Therefore, nitrate concentration of the sample was determined after subtraction of the corresponding optical density of nitrite from the above-mentioned optical density. Nitrate concentration was calculated by using a nitrate calibration curve. A nitrate calibration curve was prepared by treating 8 mL portions of standard nitrate solutions with nitrate concentrations ranging from 0.5 to 6.0 mg/L, with 1 mL of glacial acetic acid and 1 mL of Griess reagent and plotting absorbance values against nitrate concentrations.

To evaluate the recovery rate of nitrate determination, 2 mL of standard nitrate solution (20 mg of nitrate/L) and 5 mL of distilled water were added to an 8 mL aliquot of sample extract in a 50 mL volumetric flask, and the analysis was completed with the same procedure by reducing nitrate to nitrite. Nitrite concentration was calculated by using a nitrite calibration curve. A nitrite

calibration curve was prepared by treating 8 mL portions of standard nitrite solutions, with nitrite concentrations ranging from 0.025 to 0.400 mg/L, with 1 mL of glacial acetic acid and 1 mL of Griess reagent and plotting absorbance values against nitrite concentrations treatment with Griess reagent. To find the recovery rate of nitrite determination, 5 mL of standard nitrite solution (2 mg of nitrite/L) was added into 5 mL of sample extract, and the solution was diluted to 50 mL with distilled water. The analysis was completed by treatment with Griess reagent.

### Dietary Exposure Estimates

Considering the absence of consumption data regarding Turkish infants and young children, the estimated intake of nitrates through the consumption of commercial baby foods was calculated by multiplying different exposure scenarios including the mean, highest and lowest nitrate concentrations in all baby foods analyzed [33] by the mean consumption of baby foods per day per body weight (bw) provided by the DONALD (Dortmund Nutritional and Anthropometrical Longitudinally Designed) study [34]. The worst case, concerning girls' weight was used. The DONALD study provided separate data for the mean consumption of baby foods (without consideration of infant formulae, follow-on formulae and dry cereal-based foods), from infants of 3, 6, 9 and 12 months, that was directly used to estimate the exposure to nitrate and nitrite in the commercial products analyzed in this study [35].



**Statistical Analysis**

Some of the statistical analyses were performed with the SPSS 16.0 statistics package program. Statistical analysis of data was achieved by using one-way analysis of variance (ANOVA) and Duncan post-test. XLSTAT Version 2012.4.02 statistics package program was used for principal component analysis (PCA). PCA was used to discriminate vegetable-based and fruit-based baby food samples according to their nitrate and nitrite concentrations.

**RESULTS and DISCUSSION**

**Nitrate and Nitrite Contents of Baby Foods**

Nitrate and nitrite concentrations found, expressed in mg/kg (w/w), in the different baby foods monitored are summarized in Table 2. According to the results, nitrate concentrations of baby foods changed from 3.32 to 99.73 mg/kg. Average nitrate content of baby foods was 37.12 mg/kg. Results were all below the legislated value (200 mg/kg) for nitrate content. Nitrite concentrations of baby foods changed from non-detectable values to 30.09 mg/kg. Average nitrite content of baby foods was 7.90 mg/kg. BF6 contained the highest amount of nitrate and BF4 contained the highest amount of nitrite. Nitrate contents of samples were higher than the nitrite content of samples. Baby foods from organic and conventional origin showed mean nitrate contents of 29.33 and of 35.15 mg/kg, respectively. Organic baby foods contained less amount of nitrate compared with conventional products. Baby foods from organic and conventional origin showed mean nitrite contents of 8.92 and of 7.88 mg/kg, respectively. Average nitrate content of baby foods belong to brand A, B, C and D was 25.03, 41.23, 23.11 and 37.08 mg/kg, respectively. Average nitrite content of baby foods belongs to brand A, B, C and D was 6.63, 9.26, 6.02 and 9.32 mg/kg, respectively. Baby foods, which belong to B and D brand, contained the highest amount of nitrate and nitrite. Average nitrate and nitrite content of fruit-based baby foods was 25.04 and 1.90 mg/kg, respectively. Average nitrate and nitrite content of vegetable-based baby foods was 41.69 and 15.45 mg/kg, respectively. Nitrate and nitrite content of vegetable-based baby foods were higher than the nitrate and nitrite content of fruit-based baby foods.

When the overall mean nitrate and nitrite levels in all baby foods were compared, there were statistically significant differences ( $P < 0.05$ ). When the overall nitrate and nitrite concentrations of organic and conventional baby foods were compared, there were no statistically significant differences between nitrate and nitrite contents of samples ( $P > 0.05$ ;  $P > 0.05$ ). When the overall mean nitrate levels in different brand baby foods were compared, there were no statistically significant differences between different brands ( $P > 0.05$ ). According to the results of ANOVA, there were no statistically significant differences between the nitrite contents of different brand baby foods ( $P > 0.05$ ). When the overall mean nitrate and nitrite levels of fruit and vegetable-based baby foods were compared,

statistically significant differences were obtained. Among the baby foods, vegetable-based baby foods had the higher nitrate and nitrite contents ( $P < 0.05$ ;  $P < 0.05$ ). The result of PCA for vegetable and fruit-based baby foods was seen in Figure 1.

Table 2. Nitrate and nitrite contents (mg/kg) and standard deviation values of baby foods<sup>a</sup>

Sample code	Nitrate	Nitrite
BF1	25.01 <sup>fg</sup> ±0.97	9.70 <sup>e</sup> ±0.64
BF2	31.81 <sup>cdef</sup> ±5.49	1.11 <sup>f</sup> ±1.00
BF3	18.26 <sup>hi</sup> ±0.52	9.07 <sup>e</sup> ±0.88
BF4	35.31 <sup>cd</sup> ±7.76	30.09 <sup>a</sup> ±6.82
BF5	29.10 <sup>def</sup> ±6.09	2.25 <sup>f</sup> ±1.21
BF6	99.73 <sup>a</sup> ±3.87	13.26 <sup>d</sup> ±0.38
BF7	37.37 <sup>c</sup> ±2.10	8.64 <sup>e</sup> ±0.09
BF8	34.26 <sup>cde</sup> ±2.33	23.17 <sup>b</sup> ±1.15
BF9	28.06 <sup>ef</sup> ±6.39	13.45 <sup>d</sup> ±0.22
BF10	50.80 <sup>b</sup> ±1.89	16.46 <sup>c</sup> ±0.43
BF11	46.31 <sup>b</sup> ±1.71	0.51 <sup>f</sup> ±0.48
BF12	17.80 <sup>hi</sup> ±1.97	1.88 <sup>f</sup> ±0.37
BF13	25.03 <sup>fg</sup> ±1.24	0.04 <sup>f</sup> ±0.08
BF14	37.48 <sup>c</sup> ±5.26	23.30 <sup>b</sup> ±0.51
BF15	36.46 <sup>c</sup> ±0.78	ND
BF16	21.50 <sup>gh</sup> ±1.72	ND
BF17	13.87 <sup>i</sup> ±0.94	0.44 <sup>f</sup> ±0.47
BF18	3.32 <sup>h</sup> ±0.99	1.18 <sup>f</sup> ±0.61
BF19	28.33 <sup>ef</sup> ±2.50	2.69 <sup>f</sup> ±0.66
BF20	30.87 <sup>cdef</sup> ±4.12	0.82 <sup>f</sup> ±0.43

ND: Not detected

<sup>a</sup>Different letters within a column mean significant differences according to the Duncan test ( $P < 0.05$ ).

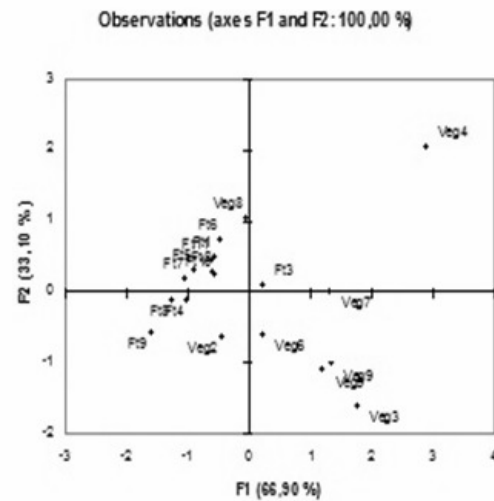


Figure 1. Principle component analysis (PCA) plot for vegetable and fruit-based baby foods

Özdeştan and Üren [32] developed a new method for the determination of nitrate and nitrite content of green leafy vegetables. The developed method was applied to a range of baby foods. The regression equation for nitrate was  $y = 0.1438x + 0.009$  with a correlation coefficient of 0.9957. The regression equation for nitrite was  $y = 0.2298x + 0.0002$  with a correlation coefficient of 0.9996. The limit of detection was calculated to give a

signal-to-noise ratio of 3 and found as 31.4 mg of nitrate/kg of food [32]. Recovery rates of nitrate determination were calculated for samples. Nitrate recovery for baby food was satisfactory and 99.29%. Recovery rates of nitrite determination were calculated for baby foods. Nitrite recovery was satisfactory and 99.43%.

Table 3 shows the estimated nitrate intake values calculated using consumption information provided by the DONALD study. The estimated nitrate intake through baby foods for the mean, highest and lowest nitrate concentration ranged between 0.43 (11.60% of ADI) and 1.01 mg/kg bw/day (27.30% of ADI), 1.15 (31% of ADI) and 2.71 mg/kg bw/day (73.2% of ADI) and 0.04 (1.08% of ADI) and 0.09 mg/kg bw/day (2.43% of ADI), respectively, all below the ADI level (3.7 mg/kg bw/day).

Table 3. Estimated nitrate intake from commercial baby foods calculated using consumption information provided by DONALD study [34, 35] and percentage of acceptable daily intake (ADI) for the different exposure scenarios using the mean, highest and lowest nitrate concentrations in all baby foods in this study (n=20)

Consumption scenarios			Estimation of nitrate intake (mg kg <sup>-1</sup> bw day <sup>-1</sup> )			% of ADI		
Age (months)	Body weight (kg)	Mean consumption of baby foods (g/day)	Mean (37.12 mg/kg)	Highest value (99.73 mg/kg)	Lowest value (3.32 mg/kg)	Mean (37.12 mg/kg)	Highest value (99.73 mg/kg)	Lowest value (3.32 mg/kg)
3	5.80	67.0	0.43	1.15	0.04	11.60	31.10	1.08
6	7.50	195.0	0.97	2.59	0.086	26.20	70.00	2.32
9	8.60	234.0	1.01	2.71	0.09	27.30	73.20	2.43
12	9.40	208.0	0.82	2.50	0.07	22.20	59.50	1.89

Pardo-Marin et al. [36] analyzed the vegetable-based baby foods to determine nitrate contents. The mean nitrate content in vegetable-based baby foods (taking into account the samples with concentrations above the minimum reporting levels) was 60.4 mg/kg with a standard deviation of 38.6 mg/kg [36]. The nitrate levels were lower the maximum level proposed by European Union legislation. The estimated nitrate daily intake through baby foods for infants between 0–1 and 1–2 years of age were 13 and 18%, respectively, of the acceptable daily intake. This level is lower than those in Spain [37] and Estonia [38], where mean levels of 92 and 88 mg/kg were reported. All these values are higher than our results. Tamme et al. [38] detected the highest levels in baby foods containing carrot and pumpkin (62-148 and 124-162 mg/kg, respectively). Similar results have been reported in a Spanish study [37], where nitrate concentration exceeding the regulatory limit was found in baby foods in which the main ingredient was carrot. In our study, all the samples were in mixed form so we couldn't find a similar result. The baby food sample, which contained the highest amount of nitrate, contained parsley, carrot, leek, potato, pea, broccoli, celery root as main ingredients. The baby food sample, which contained the highest amount of nitrite, contained broccoli, potato, grape juice, pea as main ingredients. But it was obvious that vegetable-based baby foods contained higher amount of nitrate and nitrite compared with fruit-based baby foods.

Nitrite intake values were also calculated using consumption information provided by the DONALD study. The estimated nitrite intake through baby foods for the mean and highest nitrite concentration ranged between 0.09 and 0.21 mg/kg bw/day, 0.35 and 0.82 mg/kg bw/day, respectively, above the ADI level (0.06 mg/kg bw/day).

According to the results of Vasco and Alvito [35] nitrate contents ranged from 5 to 230 mg/kg with a mean concentration of 102 mg/kg for vegetable-based baby foods, and a median of 5 mg/kg for both fruit purees and juices. One sample of vegetable-based baby food was higher than the legislated value (200 mg/kg) [35]. All of our results were found below the legislated value (200 mg/kg) for nitrate contents. There was no legislated value for nitrite contents.

Vasco and Alivito [35] revealed that there were no significant differences in nitrate content when comparing baby food products from organic and conventional origin for each product group analyzed. Similar result was obtained in this study, no significant difference was obtained between the nitrate and nitrite contents of organic and conventional baby foods (P<0.05).

An ion chromatographic method with post-column derivatization and spectrophotometric detection is presented for the determination of nitrate and nitrite in baby food by Casanova et al. [39]. Nitrate was reduced to nitrite online by post-column reduction using vanadium (III) chloride and heat. Nitrite reacted with Griess reagent to produce a dye that was detected at 525 nm. The proposed method provides simultaneous determination of nitrate and nitrite. Average recoveries of nitrate and nitrite residues ranged from 82 to 107% for fortification levels of 25-400 ppm.

An ion chromatographic method was developed for the determination of nitrate and nitrite in vegetable and fruit baby foods by McMullen et al. [40]. In this method, nitrate and nitrite were separated on a hydroxide-selective anion exchange column using online electrolytically generated high-purity hydroxide eluant and detected using suppressed conductivity detection. Average recoveries of spiked nitrite residue ranged from 91 to 104% and spiked nitrate residue ranged from 87 to 104% [40]. Recovery rates for our method were found

similar with the literature values. Our method is accurate, simple, fast and cost-effective spectrophotometric method. The principle of the method is the reduction of nitrate to nitrite with cadmium acetate solution and zinc powder and then spectrophotometric determination of nitrite with Griess reagent. This method is much more reliable than the cadmium column reduction method. The proposed method is easily applicable, and it is not necessary to monitor the reducing capacity of the cadmium acetate solution-zinc powder system. In addition, preparation of a cadmium column, which is a difficult and time-consuming procedure, is not necessary. Also, the method does not need any sophisticated instruments like HPLC.

Erkekoğlu and Baydar [41] aimed to detect whether there was any nitrite contamination in infant formulas and baby foods marketed in Turkey and to estimate possible toxicological risks in this sensitive physiological period. For this purpose, the samples were randomly collected and divided into four groups: milk-based, cereal-based, vegetable-based, and fruit-based. The average nitrite contamination was found to be  $204.07 \pm 65.80 \mu\text{g/g}$  in 42 samples, with  $1,073 \mu\text{g/g}$  maximum. These values were very high compared with the literature values. According to the results, baby and infant formulas include various nitrite levels. These results were higher than our results. We found less amount of nitrite compared with the results of Erkekoğlu and Baydar [41]. In our study, only fruit and vegetable-based baby foods were analyzed so the samples were not the same with the other study.

According to the results of Vasco and Alvito [35], the estimated nitrate intake through baby foods for the mean and for the 90th percentile of nitrate concentration ranged between 0.5 (15% of ADI) and 1.3 mg/kg bw/day (35% of ADI) and 1.4 (38% of ADI) and 3.3 mg/kg bw/day (89% of ADI), respectively, all below the ADI level (3.7 mg/kg bw/day). These values were higher than those reported by Pardo-Marin et al. [36] and Tamme et al. [38], with nitrate intake mean values of 13 and 22%, respectively. In this study, the estimated nitrate intake through baby foods for the mean nitrate concentration ranged between 0.43 (11.60% of ADI) and 1.01 mg/kg bw/day (27.30% of ADI). These results were found similar with the literature values. The estimated nitrite intake through baby foods for the mean and highest nitrite concentration ranged between 0.09 and 0.21 mg/kg bw/day, 0.35 and 0.82 mg/kg bw/day, respectively, above the ADI level (0.06 mg/kg bw/day). For 11 of the samples (all of them fruit-based except one sample), the estimated nitrite intake were below the ADI level.

## CONCLUSIONS

The described method is adequate for the analysis of nitrates and nitrites in baby foods (vegetable-based and fruit-based baby foods). The present study reports the first data on nitrate and nitrite occurrence in 20 commercial baby foods marketed in Izmir. Nitrate concentrations of baby foods changed from 3.32 to 99.73 mg/kg. Nitrite concentrations of baby foods

changed from non detectable values to 30.09 mg/kg. Nitrate contents were all below the legislated value (200 mg/kg) in Turkey. Nitrate levels were lower than the maximum limits established by European Union legislation. To date, there are no reports comparing nitrate content of baby foods from this origin. The estimated nitrate intake through baby foods for the mean nitrate concentration was found below the ADI level (3.7 mg/kg bw/day). For 11 of the samples, the estimated nitrite intake was below the ADI level. It is essential to take special care throughout the process of manufacturing food for infants and children. Nonetheless, since food consumption data for risk assessment should be based on real intakes, it is recommended that research be conducted on actual food consumption by Turkish infants and young children. Attention should be paid to ensure nitrate and nitrite levels are as low as reasonably achievable, since vegetables have an essential nutritional function and play an important role in health protection.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank the Ege University Scientific Research Foundation (Project No: 2011-MUH-072) for financial support. The authors also thank F. Duygu Ceylan and Çađla Turna for their personal assistance.

## REFERENCES

- [1] Johnson, C.J., Kross, B.C., 1990. Continuing importance of nitrate contamination of groundwater and wells in rural areas. *Am. J. Ind. Med.* 18(4): 449–456.
- [2] Hallberg, G.R., 1989. In: Follet, R.F. (Ed.), Nitrate in Groundwater in the United States: Nitrogen Management and Groundwater Protection. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, pp. 35–74.
- [3] Van Leeuwen, F.X.R., 2000. Safe drinking water: the toxicologist's approach. *Food Chem. Toxicol.* 38: S51–S58.
- [4] Cammack, R., Joannou, C.L., Cui, X-Y., Martinez, C.T., Maraj, S.R., Hughes, M.N., 1999. Nitrite and nitrosyl compounds in food preservation. *Biochim. Biophys. Acta* 1411: 475–488.
- [5] Connolly, D., Paul, B., 2001. Rapid determination of nitrate and nitrite in drinking water samples using ion-interaction liquid chromatography. *Anal. Chim. Acta* 441: 53–62.
- [6] Cemek, M., Akkaya, L., Birdane, Y.O., Seyrek, K., Bulut, S., Konuk, M., 2007. Nitrate and nitrite levels in fruit and natural mineral waters marketed in western Turkey. *J. Food Comp. Anal.* 20: 236–240.
- [7] Amr, A., Hadidi, N., 2001. Effect of cultivar and harvest date on nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) and nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) content of selected vegetables grown under open field and greenhouse conditions in Jordan. *J. Food Comp. Anal.* 14: 59–67.
- [8] Hsu, J., Arcot, J., Lee, N.A., 2009. Nitrate and nitrite quantification from cured meat and vegetables and their estimated dietary intake in Australians. *Food Chem.* 115: 334–339.

- [9] Kazemzadeh, A., Ensafi, A.A., 2001. Sequential flow injection spectrophotometric determination of nitrite and nitrate in various samples. *Anal. Chim. Acta* 442: 319–326.
- [10] Prasad, S., Chetty, A.A., 2008. Nitrate-N determination in leafy vegetables: study of the effects of cooking and freezing. *Food Chem.* 106: 772–780.
- [11] Greer, F.R., Shannon, M., 2005. American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition, American Academy of Pediatrics Committee on Environmental Health, Infant methemoglobinemia: the role of dietary nitrate in food and water. *Pediatrics* 116: 784–786.
- [12] Chan, T.Y.K., 1996. Food-borne nitrates and nitrites as a cause of methemoglobinemia. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health* 27: 189–192.
- [13] Savino, F., Maccario, S., Guidi, C., Castagno, E., Farinasso, D., Cresi, F., Silvestro, L., Mussa, G.C., 2006. Methemoglobinemia caused by the ingestion of courgette soup given in order to resolve constipation in two formula-fed infants. *Ann. Nutr. Metab.* 50: 368–371.
- [14] Chan, T.Y.K., 2011. Vegetable-borne nitrate and nitrite and the risk of methaemoglobinaemia. *Toxicol. Lett.* 200: 107–108.
- [15] Ximenes, M.I.N., Rath, S., Reyes, F.G.R., 2000. Polarographic determination of nitrate in vegetables. *Talanta* 51: 49–56.
- [16] Santamaria, P., 2006. Nitrate in vegetables: toxicity content, intake and EC regulation. *J. Food Agric.* 86: 10–17.
- [17] Du, S.T., Jin, C.W., Zhang, Y.S., 2010. Current situations and research progress of nitrate pollution in vegetables and their regulating strategies. *Sci. Agric. Sin.* 43: 3580–3589.
- [18] EFSA, 2008 European Food Safety Authority. Nitrate in vegetables – scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. *Eur. Food Saf. Assoc. J.* 689: 1–79.
- [19] Eisenbrand, G., Spiegelhalter, B., Preussmann, R., 1980. Nitrate and nitrite in saliva. *Oncology* 37: 227–231.
- [20] Bermejo, P., Pena, E., Dominguez, R., Bermejo, A., Fraga, J.M., Cocho, J.A., 2000. Speciation of iron in breast milk and infant formulas whey by size exclusion chromatography–high performance liquid chromatography and electrothermal atomic absorption spectrometry. *Talanta* 50(6): 1211–1222.
- [21] Ikem, A., Nwankwoala, A., Oduyungbo, S., Nyavor, K., Egiebor, N., 2002. Levels of 26 elements in infant formula from USA, UK, and Nigeria by microwave digestion and ICP–OES. *Food Chem.* 77(4): 439–447.
- [22] Rodriguez, R.E.M., Sanz, A.M., Diaz, R.C., 2000. Concentrations of iron, copper and zinc in human milk and powdered infant formula. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 51(5): 373–380.
- [23] Woese, K., Lange, D., Boess, C., Bogl, K.W., 1997. A comparison of organically and conventionally grown foods - results of a review of the relevant literature. *J. Sci. Food Agric.* 74: 281–293.
- [24] De Martin, S., Restani, P., 2003. Determination of nitrates by a novel ion chromatographic method: occurrence in leafy vegetables (organic and conventional) and exposure assessment for Italian consumers. *Food Add. Contam.* 20: 787–792.
- [25] Sanchez-Echaniz, J., Benito-Fernandez, J., 2001. Methemoglobinemia and consumption of vegetables in infants. *Pediatrics* 107: 1024–1028.
- [26] Hill, M., 1996. Nitrates and nitrites in food and water. Cambridge: Woodhead.
- [27] EC, 2006. European Commission. Commission Regulation (EC) No. 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Off. J. Eur. Commun. L.* 364: 5–24.
- [28] EC, 1992. European Commission. Opinion on nitrate and nitrite. Reports of the Scientific Committee for Food (SCF) 26th Series, 21–28.
- [29] EC, 1997. European Commission. Opinion on nitrate and nitrite. Reports of the Scientific Committee for Food (SCF) 38th Series, 1–33.
- [30] FAO/WHO, 2003. Food and Agriculture Organisation of the United Nations/World Health Organization. Nitrate (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds). WHO Food Additive series 50. Geneva: World Health Organisation.
- [31] EU Scientific Committee for Food Opinion on nitrate and nitrite, 1995. European Commission DG III Brussels *Expressed on 22 September 1995-Annex 4 to document III/56/95, CS/CNTM/NO3/20-FINAL.*
- [32] Özdestandan, Ö., Üren, A., 2010. Development of a cost-effective method for nitrate and nitrite determination in leafy plants and nitrate and nitrite contents of some green leafy vegetables grown in the Aegean Region of Turkey. *J. Agric. Food Chem.* 58: 5235–5240.
- [33] EFSA, 2005. European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Committee on a request from EFSA related to a harmonised approach for risk assessment of substances which are both genotoxic and carcinogenic opinion. *EFSA J.* 282: 1–31.
- [34] Kersting, M., Alexy, U., Sichert-Hellert, W., Manz, F., Schoch, G., 1998. Measured consumption of commercial infant food products in German infants: results from the DONALD study. Dortmund Nutritional and Anthropometrical Longitudinally Designed. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 27: 547–552.
- [35] Vasco, E.R., Alvitoa, P.C., 2011. Occurrence and infant exposure assessment of nitrates in baby foods marketed in the region of Lisbon. Portugal. *Food Add. Contam. B4(3):* 218–225.
- [36] Pardo-Marin, O., Yusa-Pelecha, V., Villalba-Martin, P., Perez-Dasi, J.A., 2010. Monitoring programme on nitrates in vegetables and vegetable-based baby foods marketed in the Region of Valencia, Spain: levels and estimated daily intake. *Food Add. Contam.* 27(4): 478–486.
- [37] Hardisson, A., Gonzalez-Padron, A., Frias, I., Reguera, J.I., 1996. The evaluation of the content of nitrates and nitrites in food products for infants. *J. Food Comp. Anal.* 9: 13–17.

- [38] Tamme, T., Reinik, M., Roasto, M., Juhkam, K., Tenno, T., Kiis, A., 2006. Nitrates and nitrites in vegetables and vegetable-based products and their intakes by Estonian population. *Food Add. Contam.* 23: 355–361.
- [39] Casanova, J.A., Gross, L.K., McMullen, S.E., Schenck, F.J., 2006. Use of Griess reagent containing vanadium (III) for post-column derivatization and simultaneous determination of nitrite and nitrate in baby food. *J. AOAC Int.* 89(2): 447-451.
- [40] McMullen, S.E., Casanova, J.A., Gross, L.K., Schenck, F.J., 2005. Ion chromatographic determination of nitrate and nitrite in vegetable and fruit baby foods. *J. AOAC Int.* 88(6):1793-1796.
- [41] Erkekoğlu, P., Baydar, T., 2009. Evaluation of nitrite contamination in baby foods and infant formulas marketed in Turkey. *Int. J. Food Sci. Technol.* 60(3): 206-209.
-

**Shelf Life of Anchovy (*Engraulis engrasicholus*, L.1758) Patties Stored at 4 °C**

Nilgun Kaba, Şennan Yücel, Bengunur Corapci, Ozgul Ozer, Kubra Eryasar

Department of Fishery and Seafood Processing, Faculty of Fisheries, Sinop University, Sinop, Turkey

*Received (Geliş Tarihi): 20.11.2012, Accepted (Kabul Tarihi): 20.12.2012*✉ *Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): bsoyleyen@sinop.edu.tr (B. Corapci)*

☎ +90 368 287 62 65 📠 90 368 287 62 55

**ABSTRACT**

In this study, shelf life of anchovy patties stored at 4°C was determined. Sensory properties, pH, total volatile base nitrogen (TVB-N), thiobarbituric acid (TBA), trimethyl-amine (TMA) and total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), total yeast-mold (TYM) and total coliform bacteria (TCB) counts of patties were determined daily. According to sensory and microbiological quality criteria, anchovy patties became inconsumable at the 8<sup>th</sup> day of storage. Effect of storage time on the sensory score, value of pH, TVB-N, TBA, TMA, TMAB, TYM and TCB of patties was found significant ( $p<0.05$ ).

**Key Words:** Anchovy, Pate, Shelf life, Sensory, Microbiological**4 °C’de Depolanan Hamsi Balığı (*Engraulis engrasicholus*, L.1758) Burgerlerin Raf Ömrü****ÖZET**

Bu çalışmada hamsi balığından elde edilen balık patesi 4°C’de muhafaza edilmiş ve raf ömrünün tespit edilmesi amaçlanmıştır. Balık patesi örneklerinde günde 1 kez olmak üzere, duyu analizler, pH, toplam uçucu bazik azot (TVB-N), trimetilamin azot (TMA), tiyobarbitirik asit sayısı (TBA), toplam mezofil bakteri (TMB) sayısı, toplam maya ve küf sayısı ve toplam koliform bakteri sayısı analizleri yapılmıştır. Duyusal ve mikrobiyolojik kalite kriterleri göz önüne alındığında, hamsi balığından elde edilen balık patesi 8. günde tüketilemez kalite özelliği göstermiştir. Depolama süresi boyunca, duyu puanları, pH değerleri, TVB-N miktarı, TBA miktarı, TMA miktarı, TMB miktarı, TMK miktarı ve TKB miktarı üzerine depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

**Anahtar Kelimeler:** Hamsi, Burger, Raf ömrü, Duyusal, Mikrobiyolojik**INTRODUCTION**

It was stated that quantity of caught anchovy, that is one of the most important fish types among sea fishes in Turkey, is 228.491 tons. According to 2011 data, anchovy comprises approximately 53% of total production among caught sea fishes [1]. Techniques of drying, cooling, freezing, canning, smoking, marination and imitate are most commonly used ones. Some of these technologies that are applied traditionally from past to present are improved by modifying nowadays. Besides durability, different flavors, opportunity of transportation to far distances gains for product, easiness and cost of practise is also important in

acceptability of technology [2]. Consumption of processed seafood is very required and beneficial in terms of preservation and storage of product, further utilization from products and enhancing the employment opportunities, reducing environmental pollution, recovery of waste and providing easiness for consumer [3]. Lee [4] stated that, minced meat based seafood, maximize values of available seafood sources due to innovator formulation strategies in seafood industry. Also stated that, fish is good source that can be converted to ready food material in consumed food materials consumed by a large segment of the society. Increasing of production of seafood based food is important in containing healthy food features [5]. Anchovies are very suitable for patties

because of their flavor and odor [6]. Generally, they are consumed as fresh. Fish patties are among ready-to-eat food and produced from various types of fishes. Consumption of them are not very common in Turkey [7]. In this study, anchovy patties were obtained by adding various ingredients after boiling process of anchovies, and it was aimed to determine shelf life of anchovy patties in refrigeration conditions.

## MATERIALS and METHODS

### Pattie Preparation

Fresh anchovy fishes (*Engraulis engrasicholus*, L.1758) with an average length of  $8\pm 1$  cm were used. In total 10 kg of fresh anchovies were provided from a fisher in Sinop located in Black Sea Region, Turkey. After anchovies had been eviscerated, they were washed with tap water. Then, fish patties were prepared from the fresh anchovies. Modified formulation of anchovy patties were prepared from Yerlikaya et al. [7]. Headed and gutted anchovies were boiled in boiling water for 5 min. Bones of the fishes were picked up and then fillets minced with a blender. Ingredients were added to minced fish according to the following formulation: 3% boiled potatoes, 0.8% semolina, 0.6% crumb, 1.3% egg, 1.7% onion, 1.1% olive oil, 0.25% salt, 0.1% black pepper, 0.07% red pepper, 0.07% cumin, 0.07% thyme, 0.07% white pepper. Minced fish and ingredients were kneaded and shaped by hand. Ten anchovy patties were placed into each polystyrene box. The polystyrene boxes were wrapped in stretch films and stored in a refrigerator at 4°C. Quality control analyses were made once a day for anchovy patties during storage until their spoilage in terms of sensory.

### Chemical Analyses

Every analysis was made as three parallels. About 10 g of samples were taken, made smaller and 20 mL distilled water was added onto sample. The mixture was homogenized in a homogenizer (IKA Yellow Line DI 25 Basic) and the pH values were measured using an apparatus (Werkstätten 82362 Weilheim, Germany) [8]. Total volatile base nitrogen amount (TVB-N) was determined according to method of Lucke and Geidel modified by Antonacopoulos and expressed as mg TVB-N per 100 g fish flesh [9, 10]. Thiobarbituric acid (TBA) value was determined according to Tarladgis et al. [11]. Trimethyl-amine nitrogen (TMA-N) amount was determined according to Dyer developed by Bysted et al. [2].

### Microbiological Analyses

A sample of 10 g was taken for microbiological analysis and transferred into 90 mL sterile physiological saline solution (0.85% NaCl). After homogenized, proper dilutions were prepared by taking samples from this homogenate [13]. Total mesophilic aerobic bacteria, yeast-mold and coliform bacteria counts was determined by using the pour plate method. Plate Count Agar (PCA, Merck, Germany) was used as a medium for total mesophilic aerobic bacteria count and petri dishes were

incubated for 3 days at 28°C. For yeast-mold count, Potato Dextrose Agar (PDA, Merck, Germany) was used as a medium and again petri dishes were incubated at for 3 days at 28°C. To count coliform bacteria, Violet Red Bile Agar (VRBA, Merck, Germany) was used as medium and petri dishes incubated for 24 h at 35°C. Results were given as log cfu/g [9, 14].

### Sensory Assessment

Taste panels were composed of six members who had been experienced in sensory evaluation. The anchovy patties were fried in a deep fryer pan (MOULINEX Minuto) for 4 min. After frying, they were cooled to 50°C and samples were served to panelists for evaluation of the sensory attributes (appearance, odor, flavor, texture) by using modified form of Schormuller [15]. The evaluation was made by giving scores between 1-5 and indicated as: 5→Very good, 4→Good, 3→Acceptable, 2→Bad, 1→Very bad [16,17].

### Statistical Analysis

The Minitab 15 (Minitab Inc. USA) program was used to search for significant differences between mean values of different results. Differences between means were analyzed by one-way analysis of variance (ANOVA). The results are presented as mean±SE.

## RESULTS and DISCUSSION

pH value of fresh anchovy was determined as 6.10. The pH levels in anchovy patties increased from 6.37 to 6.80 at the end of the storage period of 8 days. pH value of fresh fish flesh was almost neutral. Decomposition of nitrogenous components in post mortem period causes to increase in pH in fish flesh [18]. Turhan et al. [19] reported that pH values of anchovy patties increased from 6.33 to 6.56 after 10 days of storage. In addition Kilinc [6] determined that pH value of anchovy patties was 6.14 at first day of storage and then increased to 6.36 at the end of the storage period of 5 days. These results were very similar to our findings. Besides, pH values of sardine patties studied by Kilinc et al. [20] found similar to our study.

The TVB-N value of fresh anchovy was determined as 5.60 mg/100 g. In the present study, TVB-N values increased significantly ( $p<0.05$ ) during storage of anchovy patties. The initial TVB-N content of anchovy patties was 7.00 mg/100 g. This value increase to 26.50 mg/100 g at the end of the storage period of 8 days. There is some differences in quality classification according to TVB-N value for seafood in terms of different researchers. According to Varlik et al. [9], seafood was evaluated as 'very good', if TVB-N value is lower than 25 mg/100 g; 'good', if TVB-N value is between 25-30 mg/100 g, 'marketable', if TVB-N value is between 30-35 mg/100 g and 'spoiled', if TVB-N value is 35 mg/100 g or higher than this value. So, the anchovy patties stayed in "good" quality limits for TVB-N values at the end of the storage. Kilinc et al. [20] reported that TVB-N value of sardine patties was 13.66 mg/100 g at the first day of storage period, when it was 29.55

mg/100 g at the end of the storage period (at day 6). The values in our study were found lower than Kilinc et al. [20]. TVB-N values of control group that is made from trout with similar method and ingredients to our study [21].

The TBA value of fresh anchovy was determined as 1.25 mg MA/kg. At the beginning of the storage period, the TBA value of anchovy patties was determined as 1.37 mg MA/kg. At the end of the storage period of 8 days, TBA values of anchovy patties were found to be 6.78 mg MA/kg. According to the results of TBA analysis, statistically differences were determined ( $p < 0.05$ ). Schormuller [15] stated that TBA amount that is used to determine oxidation level is less than 3 mg MA/kg in very good material, must not be higher than 5 mg MA/kg in good material and acceptability limit value is 7-8 mg MA/kg. Anchovy patties that were stayed in acceptability limit values in the present study, sardine patties of Kilinc et al. [20] stayed in acceptability limit values, similarly. Yerlikaya et al. [7] stated that, it was investigated quality changes of anchovy patties at 4°C. Values of TVB-N and TBA of anchovy patties increased, acidity and sensory scores decreased for storage period and they kept acceptable quality property for 6 days. Despite, TVB-N value did not exceed acceptability limit value after 6th day of storage, the product was spoiled in terms of sensory properties, similarly in our study. Oksuztepe et al. [21] investigated effect of addition sodium lactate at the rate of 0.5%, 1% and 2% on meat balls that were obtained from fresh rainbow trout and stored at 4°C. They reported that TVB-N and TBA values increased during storage period and did not exceed acceptability limit values in all samples. TBA values of fish burgers made from fresh and frozen-thawed trout fillets by Taskaya et al. [22] were found quite lower than our values. It may be said that this difference arising from fish species besides ingredients.

The TMA value of fresh anchovy was determined as 2.25 mg/100 g. The TMA values of anchovy patties were founded to be 2.51 mg/100 g and 5.86 mg/100 g at day 1 and at the end of the storage period of 8 days, respectively (Table 1). TMA is produced by the decomposition of trimethylamine N-oxide caused by bacterial spoilage and enzymatic activity [23]. Acceptable TMA value for fish is stated as 5-10 mg/100 g [24]. In our study, TMA values did not exceed limit values during storage and inter-day difference was found significant statistically ( $p < 0.05$ ). Boran and Kose [25] reported that TMA values of whiting meat balls obtained from plain mince and surimi exceeded acceptability limit value at day 10 of storage period. TMA values of the sardine patties were determined as 1.20-5.01 at the first day of storage period and at the end of the storage period, respectively [20] and these results are very similar to our findings.

Table 1. Chemical analysis results of anchovy patties stored at 4°C

Analyses	Storage time (days)								
	Fresh	1	2	3	4	5	6	7	8
TVB-N (mg/100 g)	5.60±0.00 <sup>a</sup>	7.00±0.00 <sup>b</sup>	11.2±0.02 <sup>c</sup>	12.60±0.05 <sup>d</sup>	14.00±0.00 <sup>e</sup>	18.20±0.09 <sup>f</sup>	21.00±0.00 <sup>g</sup>	23.40±0.1 <sup>h</sup>	26.50±0.2 <sup>i</sup>
TBA (mg/MA/kg)	1.25±0.00 <sup>a</sup>	1.37±0.02 <sup>b</sup>	2.41±0.1 <sup>c</sup>	2.82±0.01 <sup>d</sup>	3.07±0.07 <sup>e</sup>	3.46±0.03 <sup>f</sup>	4.79±0.04 <sup>g</sup>	5.48±0.05 <sup>h</sup>	6.78±0.02 <sup>i</sup>
pH	6.10±0.00 <sup>a</sup>	6.37±0.00 <sup>ab</sup>	6.30±0.02 <sup>c</sup>	6.32±0.03 <sup>bc</sup>	6.13±0.01 <sup>a</sup>	6.28±0.02 <sup>c</sup>	6.40±0.04 <sup>d</sup>	6.70±0.00 <sup>e</sup>	6.80±0.02 <sup>f</sup>
TMA (mg/100 g)	2.25±0.00 <sup>a</sup>	2.51±0.03 <sup>b</sup>	2.69±0.01 <sup>c</sup>	3.00±0.00 <sup>d</sup>	3.06±0.06 <sup>e</sup>	3.66±0.09 <sup>f</sup>	4.72±0.04 <sup>g</sup>	5.27±0.03 <sup>h</sup>	5.86±0.02 <sup>i</sup>

Means in rows with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ). n=3, values are shown as mean ± standard error of triplicates. TVB-N: Total volatile base nitrogen; TBA: Thiobarbituric acid; TMA: Trimethyl-amine nitrogen

Table 2. Microbiological analysis results of anchovy patties stored at 4°C (log cfu/g)

Analyses	Storage time (days)								
	Fresh	1	2	3	4	5	6	7	8
Total mesophilic aerobic bacteria	4.48±0.00 <sup>a</sup>	4.78±0.01 <sup>b</sup>	4.98±0.00 <sup>c</sup>	5.34±0.02 <sup>d</sup>	5.66±0.04 <sup>e</sup>	5.71±0.02 <sup>f</sup>	5.80±0.02 <sup>g</sup>	5.94±0.00 <sup>h</sup>	6.65±0.01 <sup>i</sup>
Total yeast-mold	4.18±0.00 <sup>a</sup>	4.51±0.00 <sup>b</sup>	4.93±0.02 <sup>c</sup>	5.04±0.04 <sup>d</sup>	5.53±0.01 <sup>e</sup>	5.62±0.02 <sup>f</sup>	5.76±0.02 <sup>g</sup>	5.88±0.01 <sup>h</sup>	6.56±0.01 <sup>i</sup>
Total coliform bacteria	2.48±0.00 <sup>a</sup>	2.54±0.00 <sup>b</sup>	2.45±0.03 <sup>a</sup>	2.32±0.02 <sup>c</sup>	2.18±0.01 <sup>d</sup>	2.00±0.00 <sup>e</sup>	1.93±0.03 <sup>f</sup>	1.79±0.03 <sup>g</sup>	1.70±0.00 <sup>h</sup>

Means in rows with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ). n=3, values are shown as mean ± standard error of triplicates. cfu: colony forming units.



Total mesophilic aerobic bacteria, total yeast-mold and total coliform bacteria counts of fresh anchovy were determined as 4.48 log cfu/g, 4.18 log cfu/g and 2.48 log cfu/g, respectively. The initial counts of total mesophilic aerobic bacteria, total yeast-mold and total coliform bacteria were 4.78 log cfu/g, 4.51 log cfu/g and 2.54 log cfu/g, respectively. These values were determined to 6.65 log cfu/g, 6.56 log cfu/g, 1.70 log cfu/g at day 8 of storage, respectively (Table 2). The initial microbiological quality is very important for the shelf life of fish products. Total viable count is an important criterion for quality evaluation. The maximum of  $10^7$  cfu/g is the acceptability of fresh and frozen fish, but not for fish patties, as recommended by the International Commission of Microbiological Standards for Foods [26]. There is also no standard for fish patties in Turkey, but according to patties standard, maximum total viable count was given as  $10^6$  cfu/g [27]. When total mesophilic aerobic bacteria and yeast-mold counts exceeded acceptability limit values at day 8 of storage ( $p < 0.05$ ), total coliform bacteria counts decreased during storage. It is thought that decrease of coliform bacteria during storage is related with used ingredients in the patties and storage of the patties in refrigeration conditions ( $4 \pm 1$  °C) between 1.8 °C and 4.4 °C that are the minimum growth temperatures for this group bacteria [28]. In another study related with anchovy patties stated that total bacteria count was  $1.6 \times 10^6$  cfu/g at the end of the storage period (at 5 day). In the same study, determined that yeast-mold counts were  $< 10$  cfu/g during storage [6].

Changes in the sensory quality of fish patties are shown in Table 3. When evaluated in terms of sensory quality criterias, anchovy patties obtained from anchovy and stored in refrigeration condition at 4 °C, exceeded acceptability limit value with  $1.20 \pm 0.18$  at day 8 of storage. The most important criteria for the quality of product for the storage of food is sensory analysis results. A product cannot be marketed unless sensory analysis results are favorable [29]. When the fish pate made from anchovy and stored in refrigeration conditions at 4 °C was evaluated in terms of sensory quality criterias, it exceeded acceptability limit value with  $1.50 \pm 0.00$  at day 8 of storage. In the study that was investigated the microbiological, sensory and color changes in anchovy patties, the total bacteria count increased when sensory values decreased. It is determined that, the anchovy patties were in 'acceptable' quality property until storage of 4 days and exceeded acceptability limit values at day 5 of storage in terms of microbiological and sensory quality criterias [6]. In another study spoilage of sardine patties according to sensory analysis results at day 5 of storage was stated [20]. Several factors such as the used ingredients, hygienic conditions during process and initial case of the fish may be listed for reason of longer shelf life in our study. Boran and Kose [25] reported that plain mince based meat balls have the shortest shelf life with 9 days when precooked mince have the longest shelf life with 11 days in terms of sensory quality values. In another study Bilgin et al. [3], recovered fillet residuals as fish paste after hot smoking of pikeperch and tench fishes. The shelf life of the product at  $4 \pm 1$  °C was stated as 9 days. These results are similar to our study.

Table 3. Sensory assessment results of anchovy patties stored at 4 °C

Anchovy patties	Storage time (days)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Appearance	$5 \pm 0.00^a$	$5 \pm 0.00^a$	$4.3 \pm 0.21^b$	$4 \pm 0.00^b$	$3.3 \pm 0.21^c$	$3.1 \pm 0.16^c$	$2.6 \pm 0.21^d$	$1.3 \pm 0.21^e$
Texture	$5 \pm 0.00^a$	$4.6 \pm 0.21^{ab}$	$4.5 \pm 0.22^{bc}$	$4.1 \pm 0.16^c$	$4.1 \pm 0.16^c$	$3.5 \pm 0.22^d$	$2.6 \pm 0.21^e$	$1.1 \pm 0.16^f$
Odor	$5 \pm 0.00^a$	$5 \pm 0.00^a$	$4.3 \pm 0.21^b$	$4 \pm 0.25^b$	$3.5 \pm 0.22^c$	$3.1 \pm 0.16^c$	$2.6 \pm 0.21^d$	$1.1 \pm 0.16^e$
Flavor	$5 \pm 0.00^a$	$5 \pm 0.00^a$	$4 \pm 0.25^b$	$4 \pm 0.00^b$	$3.6 \pm 0.21^{bc}$	$3.3 \pm 0.21^c$	$2.8 \pm 0.16^d$	$1.5 \pm 0.22^e$
Average	$5 \pm 0.00$	$4.9 \pm 0.05$	$4.2 \pm 0.22$	$4.0 \pm 0.10$	$3.6 \pm 0.20$	$3.2 \pm 0.18$	$2.6 \pm 0.19$	$1.2 \pm 0.18$
Quality	Very good	Very good	Very good	Good	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Spoiled

Means in rows with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).  $n=3$ , values are shown as mean  $\pm$  standard error of triplicates.

## CONCLUSION

Consequently, shelf life of anchovy patties in refrigeration conditions was determined as 8 days. In addition, boiling process applied to anchovies while making anchovy patties was seen as appropriate and necessary application. In addition, when compared with another fish meat ball studies, it was seen that initial freshness criterias, microbiological load of the product, hygienic condition of environment and product formulation affected shelf life. The shelf life of anchovy patties may be extended by various antimicrobials, antioxidants ve chemical substances (e.g. potassium sorbate, herbal oil, herbal extract) and using effective packaging methods.

## REFERENCES

- [1] TÜİK. Turkey Statistical Institute. Fisheries statistics. Access Date: August 2011.
- [2] Gokoglu, N., 2002. Processing of Seafood. Water Foundation, 157p.
- [3] Bilgin, S., Unlusayin, M., Gunlu, A., Izci, L., 2005. Making fish spread (PATÉ) from pike perch (*Sander lucioperca*)
- [4] Bogustkaya and Naseka, 1996. Tench (*Tinca tinca* L., 1758) fishes and determination of some chemical components and quality criterias. *Ege Univ. Seafood* 22(3-4): 399-402.
- [5] Lee, C. M., 1997. Technical strategies for development of formulated seafood products from fish mince. In, *Seafood Safety, Processing, and Biotechnology* (edited by F. Shahidi, Y. Jones &

- D.D. Kitts). Lancaster, PA: Technomic Publishing Company, Inc, 119–129p.
- [6] Berik, N., Cankiriligil, C., Kahraman, D., 2011. Making croquet from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet and determination of quality characteristics. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 17(5): 735-740.
- [7] Kilinc, B., 2009. Microbiological, sensory and color changes of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) patties during refrigerated storage. *J. Muscle Foods* 20: 129–137.
- [8] Yerlikaya, P., Gokoglu, N., Uran, H., 2005. Quality changes of fish patties produced from anchovy during refrigerated storage. *Eur. Food Res. Technol.* 220: 287-291.
- [9] Curran, C. A., Nicoladies, L., Poulter, R. G., Pors, J., 1980. Splipidage of fish from Hong Kong at different storage temperatures. *Trop. Sci.* 22: 367-382.
- [10] Varlik, C., Ugur, M., Gokoglu, N., Gun, H., 1993. Quality control principles and methods. Food Technology Institution, No: 17, Ankara, 174p.
- [11] Inal, T., 1992. Food Hygiene Health Control of Food Animal Origin. Press 2, Final Ofset, Istanbul, 783p.
- [12] Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T., Dugan, L., 1960. A Distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J. Am. Oil Chem. Society* 37: 44-48.
- [13] Boland, F. E., Paige, D. D., 1971. Collaborative study of a method for the determination of trimethylamine nitrogen in fish. *AOAC* 4(3): 725-727.
- [14] Baumgart, J., 2000. *Microbiologische untersuchung von lebensmittel.* Behr's Verlag. B.Behr's GmbH. Co., AVerhoffstrasse 10, Hamburg, 76.
- [15] Goktan, D., 1990. Microbial ecology of foods. Ege University, Engineering Faculty, Paper no: 21. Ege University Press. Izmir, 292p.
- [16] Schormuller, J., 1969. *Handbuch der lebensmittel chemic.* Band IV. Fette und Lipoide (lipids) Springer-Verlag. Berlin, Hidelberg, Newyork, 872-878p.
- [17] York, R. K., Sereda, L. M., 1994. Sensory assessment of quality in fish and seafoods. In, F. Shahidi and J.R. Botta (Eds.) *Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality*, Canada, 232-262p.
- [18] Bett, K. L., Dionigi, C. P., 1997. Detecting seafood off- flavors: Limitations of sensory evaluation. *Food Technol.* 51(8): 70-79.
- [19] Schenderyuk, V., Byokowski, P. J., 1990: *Salting and Marinating of Fish.* Chapter 9. *Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation.* Ed. Sikorski, Z.E. CRC Press. Inc. Boca Raton, Florida, 147-162p.
- [20] Turhan, S., Evren, M., Yazici, F., 2001. Shelflife of refrigerated raw anchovy (*Engraulis encrasicolus*) patties. *E. U. J. Fisheries Aquat. Sci.* 18(3–4): 391–398.
- [21] Kilinc, B., Cakli, S., Tolasa, S., 2008. Quality changes of sardine (*Sardina pilchardus*) patties during refrigerated storage. *J. Food Quality* 31: 366-381.
- [22] Oksuztepe, G., Emir Coban, O., Guran, H. S., 2010. Effect of sodium lactate addition on meat balls made from fresh rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 16: 65-72.
- [23] Taskaya, L., Cakli, S., Kisla, D., Kilinc, B., 2003. Quality changes of fish burger from rainbow trout during refrigerated storage. *E.U. J. Fisheries Aquat. Sci.* 20(1-2): 147–154.
- [24] Huidobro, A., Lopez-Caballero, M., Mendes, R., 2002. Onboard processing of deepwaterpink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) with liquid ice: Effect on quality. *Eur. Food Res. Technol.* 213: 267–272.
- [25] Sikorski, Z. E., Kolakowska A, Burt, J. R., 1990. Post harvest biochemical and microbial changes seafood. In, *Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation* (Z.E. Sikorski, ed.). CRC Press-Inc, Boca Raton, FL, 55-75p.
- [26] Boran, M., Kose, S., 2007. Storage properties of three types of fried whiting balls at refrigerated temperatures. *Turk J. Fish Aquat. Sci.* 7: 65-70.
- [27] ICMSF, 1978. Sampling plans for fish and fishery products. In, *Microorganisms in Foods, Sampling for Microbiological Analysis, Principles and Specific Applications Vol 2* (International Commission on Microbiological Specifications for Foods, ed.), Toronto, Canada, 92–104p.
- [28] Anonymous, 1992. Meat ball/Hamburger Standard (TS 10580). Institue of Turkish Standards, Ankara.
- [29] Uzunlu, S., Yildirim, I., 2003. Investigation of microbiological quality and microbial changes for different storage temperature and times of raw meat ball. *Gıda* 28(5): 553-558.
- [30] Kietzman, U., Priebe, K., Rakov, D., Reichstein, K., 1969. *Seefisch als Lebensmittel* Paul Parey Verlag. Hamburg, Berlin, 368p.

## Afyonkarahisar'da Satılan Çiğ Köftelerin Mikrobiyolojik Kalitesi

Savaş Aslan<sup>1</sup>, Recep Kara<sup>1</sup>, Levent Akkaya<sup>2</sup>, Hilmi Yaman<sup>3</sup><sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Afyonkarahisar<sup>2</sup>Balıkesir Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Balıkesir<sup>3</sup>Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın Sağlık Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Aydın

Geliş Tarihi (Received): 15.10.2012, Kabul Tarihi (Accepted): 25.11.2012

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): savasaslan.aku@gmail.com (S. Aslan)

☎ 0 272 228 13 12 📠 0 272 246 33 22

### ÖZET

Çiğ köfte ülkemizde günlük olarak üretilen ve severek tüketilen geleneksel bir üründür. Yapılan bu çalışma, Afyonkarahisar'ın tüketimine sunulan çiğ köftelerin mikrobiyolojik kalitesini belirlemek amacıyla yapılmış ve 50 adet çiğ köfte numunesi çalışmaya dâhil edilmiştir. Çiğ köfte numuneleri toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB), toplam psikrofilik aerob bakteri (TPAB), *Enterobacteriaceae*, koliform, *Escherichia coli*, *Enterococcus* spp., *Lactobacillus* spp. (LLP), *Lactococcus* spp., *Staphylococcus/Micrococcus*, koagülaz (+) *Staphylococcus*, küf/maya yönünden analize alınmıştır. Analiz sonuçları, sırasıyla log<sub>10</sub> 5.93, 4.54, 2.14, 2.06, 1.60, 3.95, 5.78, 5.61, 4.59, 0.34, 5.38 kob/g seviyelerinde tespit edilmiştir. Tüketime sunulan çiğ köfte örneklerinin mikrobiyolojik kalitelerinin düşük olduğu, değişik düzeylerde istenilmeyen mikroorganizmalarla kontamine olduğu ve halk sağlığı açısından potansiyel bir risk oluşturabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çiğ köfte, Mikrobiyolojik kalite, Gıda Hijyeni

### Microbiological Quality of Cig Kofte Samples Sold in Afyonkarahisar

### ABSTRACT

Cig kofte is a popular traditional snack produced and consumed daily in Turkey. This study aimed to determine the microbiological quality of cig kofte samples sold in Afyonkarahisar, and 50 different samples were included in the study. The average logarithmic counts of the total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), total acidophilic aerobic bacteria (TPAB), *Enterobacteriaceae*, Coliform, *Escherichia coli*, *Enterococcus* spp., *Lactobacillus* spp. (LLP), *Lactococcus* spp., *Staphylococcus/Micrococcus*, coagulase (+) *Staphylococcus* and yeast/mould in cig kofte samples were 5.93, 4.54, 2.14, 2.06, 1.60, 3.95, 5.78, 5.61, 4.59, 0.34 and 5.38 cfu/g, respectively. The results indicated that the microbiological quality of cig kofte samples is low, and they were contaminated with the undesirable microorganisms at different levels. In conclusion, the consumption of the cig kofte samples has a potential risk for the public health.

**Key Words:** Raw meat ball, Microbiological quality, Food hygiene

### GİRİŞ

Çiğ köfte ülkemizde genellikle lokantalarda, eğlence yerlerinde ve evlerde günlük olarak üretilip tüketilen bir et ürünüdür [1]. Çiğ köftenin yapımında genel olarak bir standart bulunmamakla birlikte içeriğine giren

maddelerin çeşidi ve miktarı bölgelere göre değişmektedir. Bununla birlikte çiğ köfte genel olarak yağsız ve sinirleri alınarak ince kıyılmış kıyma, haşlanmış ve parçalanmış bulgur, soğan, sarımsak, domates veya biber salçası, ot ve baharatlar ile su ilave edilerek yoğurmak suretiyle hazırlanmaktadır [2]. Çiğ ya

da yeterince ısı işlemi görmeden tüketilen et ve et ürünlerinin insan sağlığını tehdit edilebilecek düzeyde mikroorganizma içerebileceği ve halk sağlığı açısından potansiyel bir tehlike oluşturabileceği bilinmektedir [3]. Gıda maddelerinden kaynaklanan hastalıklar arasında et ve et ürünleri %70'lik bir paya sahiptir [4]. Kesim sırasında ve sonrasında uygulanan işlemlerdeki hijyenik şartlara bağlı olarak etin ve kıymanın mikrobiyal yükü değişmektedir [5]. Çiğ köfte yapımında kullanılan kıymada bulunan mikroorganizmalar kıymanın hazırlanması sırasında ürünün her tarafına yayılabilmektedir [6]. Ülkemizde çiğ köfte ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda [7-10] bu gıdanın mikrobiyolojik kalitesinin, insan tüketimi için çok düşük güvenliğe olduğu ve halk sağlığı için önemli bir risk oluşturduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, Afyonkarahisar'da tüketime sunulan çiğ köftelerin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Bu çalışmada, Şubat–Haziran 2011 tarihleri arasında Afyonkarahisar'da bulunan lokanta ve sokak

satıcılarında satılan 50 (ortalama 200'er g) adet çiğ köfte numunesi toplanmıştır. Her bir numune steril torbaya alındıktan sonra soğuk zincir altında hızlı bir şekilde laboratuara taşınmıştır. Numuneler analize alınincaya kadar geçen sürede 4°C'deki soğuk koşullarda en fazla 4 saat muhafaza edilmiştir.

### Metot

Her bir çiğ köfte numunesinden 10'ar gram steril poşetlere alınmıştır. Numunelere 90 mL steril peptonlu fizyolojik tuzlu su (%0.85 NaCl + %0.1 pepton) ilave edilerek stomacherde (Interscience-Bag Mixer 400) 2 dakika süreyle homojenize edilmiştir. Homojenize edilmiş ana dilüsyondan steril peptonlu su ile  $10^{-9}$  basamağına kadar seri dilüsyonlar halinde hazırlanmıştır.

Numunelerden hazırlanan dilüsyonların her birinden, toplam mezofilik bakteri, psikrofilik aerobik bakteri, *Enterobacteriaceae*, koliform, *Escherichia coli*, *Enterococcus* spp., *Micrococcus/Staphylococcus*, koagulaz (+) *Staphylococcus*, küf/maya, *Lactococcus* spp., *Lactobacillus* spp. sayımları için ilgili besi yerlerine ekimler yapılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Analizi Yapılan Mikroorganizma Grupları ve Üreme Şartları

Mikroorganizma	Besi Yeri	İnkübasyon Şartları	Kullanılan Metot
TMAB	Plate Count Agar	30°C–48/72 saat–aerobik	ISO 4833 [11]
TPAB	Plate Count Agar	4°C–48/72 saat– aerobik	FAO [12]
Enterobacteriaceae	Violet Red Bile Glucose Agar	30°C–24/48 saat– aerobik	ISO 7402 [13]
Koliform	Violet Red Bile Agar	30°C–24/48 saat– aerobik	ISO 4832 [14]
<i>Escherichia coli</i>	TBX (Tryptone Bile X-glucuronide)	43-44°C–18/24 saat- aerobik	ISO 16649-2 [15]
<i>Enterococcus</i> spp	Slanetz & Bartley Agar	30°C–24/48 saat–aerobik	Hartman ve ark. [16]
<i>Micrococcus/Staphylococcus</i>	Baird Parker Agar	37°C–24/48 saat– aerobik	ISO 6888-1 [17]
Küf/Maya	Potato Dextrose Agar	22°C–4-5 gün– aerobik	Pichhardt [18]
<i>Lactococcus</i> spp.	M17 Agar	30°C–24/48 saat– aerobik	Corroler [19]
<i>Lactobacillus</i> spp.	MRS (Man Rogasa) Agar	30°C–24/48 saat–anaerobik	Kneifel ve Berger [20]

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Analize alınan çiğ köfte numunelerine ait bulgular Tablo 2'de gösterilmiştir. Yapılan bu çalışmada çiğ köfte numunelerinde; toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB), *Enterobacteriaceae*, koliform, *Escherichia coli*, *Enterococcus* spp., *Lactobacillus* spp. (LLP), *Lactococcus* spp., *Staphylococcus/Micrococcus*, koagulaz (+) *Staphylococcus*, küf/maya sayıları ortalama sırasıyla  $\log_{10}$  5.93, 4.54, 2.14, 2.06, 1.60, 3.95, 5.78, 5.61, 4.59, 0.34, 5.38 kob/g seviyelerinde tespit edilmiştir (Tablo 2).

Ülkemizde tüketime sunulan çiğ köftelerin mikrobiyolojik kalitelerinin belirlenmesi amacıyla pek çok araştırma yapılmıştır. Diyarbakır ilinde yapılan çalışmada, piyasadan toplanan 50 çiğ köfte örneğinde yapılan mikrobiyolojik araştırmada toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), koliform, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, küf/maya sayıları sırasıyla  $\log_{10}$  6.36, 4.95, 2.80, 3.69, 5.67 kob/g olarak belirlenmiştir [22]. Küplülü ve ark. tarafından Ankara ilinde yapılan çalışmada; 50 çiğ köfte numunesi üzerinde mikrobiyolojik kalite analizleri

çalışmasında, TMAB, *Enterobacteriaceae*, koliform, *Enterococcus* spp., *Lactobacillus* spp, *Staphylococcus/Micrococcus*, koagulaz (+) *Staphylococcus*, küf/maya yönünden incelenmiş ve sırasıyla  $\log_{10}$  6.06, 4.39, 4.24, 4.25, 5.24, 4.92, 2.94, 4.65 kob/g olarak bildirmişlerdir [9]. Uzunlu ve ark.'nın [22] Antalya ilinde satışa sunulan çiğ köfte üzerinde 27 örnek ile yapılan mikrobiyolojik çalışmada TMAB, koliform, *E. coli*, *S. aureus*, küf/maya, *Pseudomonas* sayıları sırasıyla 6.67, 4.44, 3.84, 4.61, 5.35, 4.08 kob/g seviyelerinde saptanırken *Salmonella* cinsi bakteriler tespit edilmemiştir. Elmalı ve Yaman'ın [2] Bitlis ilinde 50 çiğ köfte örneğinde yapmış oldukları çalışmada TMAB, *Enterobacteriaceae*, koliform, *E. coli* ve *E. coli* O157:H7, enterokok, *Staphylococcus/Micrococcus*, *S. aureus*, küf/maya, *Pseudomonas*, *B. cereus*, sayılarını sırasıyla; 6.63, 4.68, 4.23, 3.07 ve <2.3, 5.49, 5.00, 3.79, 5.82 3.89, 1.17 kob/g seviyelerinde saptamışlardır. Sancak ve İşleyici [24] tarafından 2006 yılında Van ilinde yapılan bir çalışmada 50 çiğ köfte örneğinde TMAB, *Enterobacteriaceae*, koliform, *E. coli*, enterokok, *Lactobacillus* spp, *S. aureus*, maya/küf, *Pseudomonas* spp. ve sülfid indirgeyen anaerobik mikroorganizma sayıları sırasıyla  $6.40 \pm 0.86$ ,  $4.59 \pm 0.90$ ,  $4.17 \pm 1.26$ ,

1.91±1.37, 3.15±1.39, 5.86±1.11, 1.71±1.79, 4.44±1.38, 3.81±0.50, 0.57±0.68 log<sub>10</sub> kob/g seviyelerinde tespit etmişlerdir. İstanbul'un farklı bölgelerinden toplanılan 102 çiğ köfte örneğinde yapılan mikrobiyolojik çalışmada TMAB, koliform, *E. coli*, *Staphylococcus/Micrococcus*, *S. aureus* ve küf/maya sayıları sırasıyla 6.81, 4.50, 2.57, 4.49, 3.53 ve 5.67 olarak bildirmişlerdir [11]. Ertaş ve

Gönülalan'ın [3] Kayseri ilinde 100 çiğ köfte numunesi üzerinde *Enterobacteriaceae* (*E. coli* ve *E. coli* O157:H7, *Proteus mirabilis*, *Serratia rubidaea*, *Proteus vulgaris*, *Morganella morganii*, *Hafnia alvei*) yönünden yapmış oldukları çalışmada *E. coli* sayısı log<sub>10</sub> >3.4 kob/g olarak belirlenmiştir.

Tablo 2. Çiğ Köfte Numunelerine ait Mikrobiyolojik Analiz Bulguları (log)\*

Mikroorganizma	Minimum	Maksimum	Ortalama
Toplam Mezofilik Aerop Bakteri	3.60	7.35	5.93
Toplam Psikrofilik Aerop Bakteri	2.40	6.47	4.54
<i>Enterobacteriaceae</i>	<2.30	4.77	2.14
Koliform	<2.30	4.20	2.06
<i>Escherichia coli</i>	<2.30	3.26	1.60
<i>Enterococcus spp.</i>	<2.30	7.07	3.95
L.L.P.**	4.30	7.13	5.78
<i>Lactococcus</i>	3.47	7.48	5.61
<i>Staphylococcus/Micrococcus</i>	<2.30	6.66	4.59
Koagülaz (+) <i>Staphylococcus</i>	<2.30	4.40	0.34
Küf / Maya	3.30	7.19	5.38

\*: n: 50, \*\*: L.L.P.: *Lactobacillus spp./Leuconostoc spp./Pediococcus spp.*

Yapılan bu çalışmada çiğ köfte örneklerinde belirlenen ortalama toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı Vural ve Yeşilmen [21], Küplülü ve Sarımehtemoğlu [9], Sancak ve İşleyici [23] yapmış oldukları çalışmayla benzer seviyelerde, Uzunlu ve ark. [22], Elmalı ve Yaman [2], Çetin ve ark.'nın [1] yapmış oldukları çalışmaya göre düşük seviyelerde belirlenmiştir. Çalışmalar arasındaki farklı seviyeler üretimde kullanılan ham maddenin mikrobiyolojik yüküne, üretim ve muhafaza şartlarına, personel hijyeni ve alışkanlıklarına bağlı olabilir. Ürünlerin üretim ve depolama sürelerinde gerekli şartlara uyulmadığı takdirde, üründe bulunması muhtemel bakterilerin seviyelerinin tehlikeli boyutlara ulaşabilmektedir. Nitekim Erol ve ark.'ı yaptıkları çalışmada, çiğ köftenin üretiminde kullanılan kıyma örneğinde mezofilik bakteri, *Enterobacteriaceae*, koliform ve enterokok seviyelerinin 24 saat muhafaza süresi sonunda artış gösterdiğini bildirmiştir [24]. Kontamine ürünlerde bakteriyel üremenin yanı sıra halk sağlığı için risk oluşturan zehirlenmelere neden olabilecek toksinler (Stafilokokal enterotoksin) oluşmasına neden olabilmektedir. Ayrıca çalışmamızda tespit edilen *Enterobacteriaceae*, koliform, enterokok ve *E. coli*'nin varlığı gıdalara doğrudan veya dolaylı yollarla fekal kontaminasyonun şekillendiğini ve personel hijyenine gerektiği ölçüde uyulmadığını göstermektedir.

## SONUÇ

Afyonkarahisar'da tüketime sunulan çiğ köftelerin mikrobiyolojik kalitesinin düşük olduğu, istenilmeyen mikroorganizmaları içerdiği, ayrıca çiğ olarak tüketildiğinden halk sağlığı açısından potansiyel bir risk oluşturabileceği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, çiğ köfte yapımında kullanılan hammaddenin hijyenik kalitesinin iyi olması, üretim basamaklarında hijyen kurallarına ve personel hijyenine dikkat edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, üretime sunulan ve tamamen tüketilmeyen ürünler diğer bir güne aktarılması durumunda risk teşkil edebileceğinden kısa süre içinde

tüketilmeli ve soğuk muhafaza uygulanarak tüketime sunulmalıdır.

## KAYNAKLAR

- [1] Çetin, Ö., Bingöl, E.B., Akkaya, H., 2008. The Microbiological, serological and parasitological quality of cig kofte (raw meatball) and its lettuce marketed in İstanbul. *Polish Journal of Environmental Studies* 17( 5): 701-706.
- [2] Elmalı, M., Yaman, H., 2005. Microbiological quality of raw meat balls: produced and sold in the eastern of Turkey. *Pakistan Journal of Nutrition* 4(4): 197-201.
- [3] Ertaş, N., Gönülalan, Z., 2010. kayseri ilinde satışa sunulan çiğ köftelerde *Enterobacteriaceae* grubu bakterilerin Enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 varlığının araştırılması. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 7(1): 1-6.
- [4] Mbandi, E., Shelef, L. A., 2002. Enhanced antimicrobial effects of combination of lactate and diacetate on *Listeria monocytogenes* and *Salmonella spp.* in beef Bologna. *International Journal of Food Microbiology* 76: 191-198.
- [5] Ewen, C, Todd, D., 1985. Economic loss from foodborne disease outbreaks associated with food service establishments. *Journal of Food Protection* 48(2): 169-180.
- [6] Ünlütürk, A., Turantaş, F. 1998. Et ve Et Ürünlerinde Mikrobiyolojik Bozulmalar ve Muhafaza Yöntemleri. Gıda Mikrobiyolojisi (Editörler; Ünlütürk, A., Turantaş, F.), Mengi Tan Basımevi, Çınarlı, İzmir, 263-277p.
- [7] Arslan, A., Güven A., Saltan, S., Patır, B., 1992. Elazığ'da tüketime sunulan çiğ köftelerin mikrobiyolojik kalitesi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 6: 13-18.
- [8] Sağun, E., Sancak, Y.C., Durmaz, H., Ekici, K., 1997. Van'da tüketime sunulan bazı baharatların mikrobiyolojik kalitesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi*

- Veteriner Fakültesi Dergisi* 8(1-2): 1-5.
- [9] Küplülü, Ö., Sarımeahmetođlu, B., Oral, N., 2003. The microbiological quality of çiğ köfte sold in Ankara. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 27: 325-329.
- [10] Uzunlu, S., Yıldırım, İ., 2003. Çiğ köftenin mikrobiyolojik kalitesi ve farklı muhafaza sıcaklık ve sürelerindeki mikrobiyal değişiminin incelenmesi. *Gıda* 28(5): 553-558.
- [11] ISO, 2003. International Standart Organisation (ISO 4833). Horizontal Method for the Enumeration of Microorganism. Colony Count Technique at 30°C.
- [12] FAO, 1992. Manual of Food Quality Control. 4. Rev. 1. "Microbiological Analysis". *Food and Agricultural Organization of the United Nations* Rome 43-56.
- [13] ISO, 1993. International Standart Organisation (ISO 7402). General Guidance for the Enumeration of *Enterobacteriaceae*. Colony Count Technique.
- [14] ISO, 1991. International Standart Organisation (ISO 4832). General Guidance for the Enumeration of Coliforms. Colony Count Technique.
- [15] ISO, 2001. International Standart Organisation (16649-2). Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of  $\beta$ -glucuronidase-positive *Escherichia coli*. Part 2: Colony-count technique a 44°C using 5-bromo-4-chloro-3-indoyl-beta-D-glucuronide 07/2001.
- [16] Hartman, P.A., Deibel, R.H., Sieverding, L.M., 1992. *Enterococci*. In: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. Eds. C. Vanderzant and D.F. Splittoesser, *American Public Health Association* Washington 523-531.
- [17] ISO, 1999. International Standart Organisation (ISO 6888-1). Horizontal Method for the Enumeration of Coagulase-positive Staphylococci. Technique using Baird-Parker Agar Medium.
- [18] Pichhardt, K., 1993. *Lebensmittelmikrobiologie*. 3. Auflage. Springer Verlag, Berlin, New York, Paris, Tokyo, London, Hong Kong, Barcelona, Budapest.
- [19] Corroler, D., Manguin, İ., Desmaures, N., Gueguen, M., 1998. An ecological study of lactococci isolated from raw milk in the Camembert cheese registered designation of origin area. *Applied and Environmental Microbiology* 64: 4729-4735.
- [20] Kneifel, W., Berger, E., 1994. Microbiological criteria of random samples of spices and herbs retailed on the Austrian Market. *Journal of Food Protection* 57(10): 893-901.
- [21] Vural, A., Yeşilmen, S., 2003. Diyarbakır'da satışı sunulan iđ köftelerin mikrobiyolojik kalitesi üzerine bir araştırma. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi* 33: 350-355
- [22] Uzunlu, S., Yıldırım, İ., Serdengeçti, N., 2004. Antalya il merkezinde tüketime sunulan çiğ köftelerin mikrobiyolojik kalitesinin incelenmesi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi* 34: 257-261.
- [23] Sancak, Y.C., İşleyici, Ö. 2006. Çiğ köftelerin mikrobiyolojik kalitesi üzerine bir araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 17(1-2): 81-86.
- [24] Erol, İ., Mutluer, B., Vatansever, L., 1993. A tipi enterotoksin oluşturan *Staphylococcus aureus*'un çiğ kftede üreme ve toksin oluşturma yeteneğinin belirlenmesi. *Gıda* 18(5): 315-318.
-

## Liyofilizasyonda Kullanılan Farklı Kriyoprotektantların *Salmonella typhimurium* Üzerine Etkisi

Ahmet Koluman, Sibel Özkök, Zeynep T. Burkan

Ulusal Gıda Referans Laboratuvarı, Mikrobiyoloji Bölümü, Fatih Sultan Mehmet Bulvarı No:70, 06170, Yenimahalle, Ankara

Geliş Tarihi (Received): 09.11.2012, Kabul Tarihi (Accepted): 10.12.2012

M Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [ahmetkoluman@hotmail.com](mailto:ahmetkoluman@hotmail.com) (A. Koluman)

☎ 0 312 327 41 81 📠 0 312 327 41 56

### ÖZET

Liyofilizasyon uzun süreli saklamada uygulanan bir yöntemdir. Farklı kimyasal ve çözeltiler liyofilizasyon sonrası suşların maksimum canlandırılması amacıyla kullanılmaktadır. Sakkaroz ve yağsız süt tozu en yaygın kullanılan ajanlardır. Reagent 18 genellikle farklı kültür koleksiyonlarında kullanılmaktadır. Bu çalışmada farklı kriyoprotektanlar (hücre çekirdeğini soğuktan koruyan maddeler) kullanılarak *S. typhimurium* liyofilize edilmiş ve suşun stabilitesi değerlendirilmiştir. Sonuçlar Reagent 18'in *S. typhimurium* suşlarının saklanması için etkili olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Salmonella, Liyofilizasyon, Kriyoprotektant, Reagent 18

### Effect of Different Cryoprotectants on *Salmonella typhimurium* during Freeze Drying

### ABSTRACT

Freeze drying is a sophisticated way for long term storage of bacteria. Different chemicals and solutions are used to reach maximum recovery of strains after freeze-drying. Sucrose and skim milk are popular reagents that are massively used. Reagent 18 is widely used in different culture collections. In this study, different combinations of cryoprotectants are used for freeze-drying *S. typhimurium*, and stability of the strain was evaluated. The results showed that Reagent 18 is effective during the storage of freeze-dried *S. typhimurium* strains.

**Key Words:** Salmonella, Freeze drying, Cryoprotectant, Reagent 18

### GİRİŞ

Biyçeşitlilik ve genetik varyasyonların farkındalığı ile bilim insanları kültür koleksiyonları yapmaktadır. Bu kapsamda yapılan bakteri kültür koleksiyonlarının sayısı günden güne artmaktadır [1]. *Salmonella* kültürleri birçok amaçla saklanabilmektedir; epidemiyolojik sürveyans verisi, antimikrobiyal dirençlilik, genotiplendirme ve diğer farklı amaçlar gözetilmektedir [2, 7].

Kültür koleksiyonları yaygınlaştıkça bakterilerin uzun süreli saklanması konusu araştırmalarda yer almaya başlamıştır. Buna bağlı olarak birçok farklı

kriyoprotektanın kullanımı denenmiş ancak her bakteri için aynı kriyoprotektanın aynı şekilde cevap vermediği gözlemlenmiştir [1-7]. Genotipik ve morfolojik değişimleri minimize ederek sürekli ilk pasajı ile aynı kalitede üreyebilen mikroorganizmaların saklanması için iki yol vardır: dondurarak saklama veya liyofilizasyon [3, 6].

Farklı kültür koleksiyonlarında farklı kriyoprotektanlar kullanılmasına rağmen liyofilizasyonda bu farklı ajanların kullanımına ait sınırlı veri vardır. Bu çalışma farklı kriyoprotektanların *Salmonella typhimurium* liyofilizasyonu ve sonrasında etkilerini göstermeyi amaçlamıştır.

**GEREÇ ve YÖNTEM**

On farklı *S. typhimurium* kültürü (Tablo 1) ayrı ayrı 500 mL brain heart infusion broth (BHI) içerisine aktararak 37°C 18 saat inkübasyona bırakılmıştır. Zenginleştirme sıvısı santrifüj tüplerine aktararak 5 dakika 3500 rpm santrifüj edilmiştir. Süpernatant atılarak pelet 5 mL phosphate buffer saline (PBS) ile homojenize edilmiştir.

Homojenizat yeniden 3500 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüjü takiben pelet 5000 µL PBS içerisinde sulandırılarak seri dilüsyonlar hazırlanmış ve yayma plak yöntemi ile plate count agarda (PCA) sayım için ekim yapılırken, kontaminasyon varlığı için xylose lysine deoxycholate (XLD) agara çizme plak yöntemi ile paralel ekimler yapılmıştır.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan *Salmonella typhimurium* suşları

ATCC 25241	ATCC 26629	ATCC 51812	ATCC 13311	ATCC 49416
NCIMB 13284	NCTC 74	Tavuk eti izolatı saha suşu	Hindi eti izolatı saha suşu	Alabalık izolatı saha suşu

Beş ayrı kriyoprotektan hazırlanmıştır. Bu amaçla Sakkaroz, Bovine Serum Albumin Fraction V (BSA V) ve Skim Milk steril distile su içerisinde hazırlanarak 0.20 µm por çaplı filtrelerden geçirilerek steril şişelere aktarılmıştır. Reagent 18 hazırlanırken 100 mL

içerisinde 1.5 g trypticase soya broth (TSB), 5 g BSA V ve 1.5 g sakkaroz tartılmış 100 mL içerisinde çözündürülerek 0.20 µm por çaplı filtrelerden geçirilerek steril şişelere aktarılmıştır. Gruplar ve kriyoprotektanlar Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Çalışma gruplarının dizaynı

Grup No	Kriyoprotektan	Grup kodu	Hazırlanan Tüp Sayısı
1	20% Sakkaroz	SC	50
2	20% Sakkaroz + 5% BSA V	SCBSA	50
3	Reagent 18	R18	50
4	20% Skim Milk	SM	50
5	20% Skim Milk + 5% BSA V	SMBSA	50

Tüm gruplarda hazırlanan kriyoprotektanlardan 500 µL liyofilizasyon tüpüne aktararak üzerine 50 µL *S. typhimurium* süspansiyonu eklenmiştir. Tüm tüpler -18°C'de dondurulmuş ve liyofilizatöre aktarılmıştır. Liyofilizasyon ana kurutma işlemi -38°C, 0.028 atm basınç altında gerçekleşmiştir. Kurumayı takiben örneklerin ağız tıpalanarak oda sıcaklığında depolanmıştır.

için 15 tüp alınarak 1000 µL "maximum recovery diluent" (MRD) içerisinde sulandırılarak seri dilüsyonlar hazırlanmış ve PCA'da sayım, XLD'de kontaminasyon bakılmıştır. Sayımlar 3 tüpün ortalaması alınarak kayıt edilmiştir. Suşlar arası farklılıklar Student t testi ile incelenmiştir.

**BULGULAR ve TARTIŞMA**

Liyofilizasyonun yapıldığı gün sıfırinci gün kabul edilerek, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 30, 45, 60, 120, 150, 180 ve 210. günlerde her suş için 3 adet olmak üzere, 5 grup

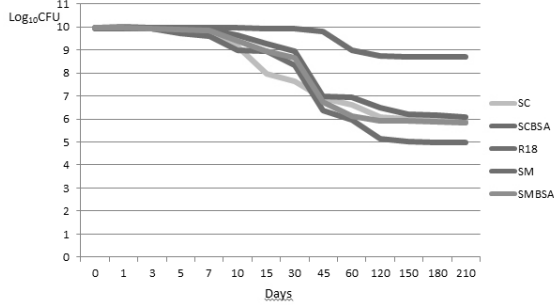
Çalışmanın sonuçları Tablo 3'te özetlenmiştir. Suşlar arası herhangi bir fark tespit edilmemiştir.

Tablo 3. Liyofilizasyonda kullanılan farklı kriyoprotekta nların *Salmonella typhimurium* üzerine etkisi (kob/mL)

Günler	Sakkaroz (20 %)	Sakkaroz (20 %) + BSA V (5 %)	Reagent 18	Skim Milk (20 %)	Skim Milk (20 %) + BSA V (5 %)
Stok kültür	9.99±0.0010	9.99±0.0010	9.99±0.0010	9.99±0.0010	9.99±0.0010
0	9.96±0.0015	9.98±0.0018	9.98±0.0015	9.94±0.0012	9.96±0.0016
1	9.96±0.0018	9.98±0.0015	9.99±0.0013	9.91±0.0011	9.95±0.0014
3	9.93±0.0015	9.97±0.0019	9.98±0.0012	9.91±0.0015	9.92±0.0015
5	9.81±0.0017	9.91±0.0018	9.98±0.0017	9.72±0.0014	9.89±0.0015
7	9.62±0.0014	9.90±0.0014	9.97±0.0012	9.61±0.0014	9.83±0.0017
10	9.15±0.0018	9.65±0.0013	9.97±0.0013	9.00±0.0011	9.38±0.0018
15	7.95±0.0020	9.26±0.0018	9.94±0.0013	8.94±0.0013	8.96±0.0016
30	7.63±0.0021	8.95±0.0017	9.91±0.0011	8.34±0.0012	8.65±0.0013
45	6.89±0.0015	6.99±0.0015	9.81±0.0012	6.38±0.0012	6.72±0.0011
60	6.63±0.0011	6.94±0.0015	9.00±0.0013	5.95±0.0011	6.11±0.0018
120	6.08±0.0013	6.50±0.0013	8.72±0.0014	5.12±0.0018	5.92±0.0011
150	5.98±0.0010	6.20±0.0011	8.71±0.0012	5.03±0.0011	5.90±0.0016
180	5.95±0.0015	6.15±0.0010	8.71±0.0013	5.00±0.0012	5.90±0.0013
210	5.91±0.0013	6.08±0.0010	8.71±0.0012	5.00±0.0010	5.85±0.0014



Yapılan analizlerde Reagent 18'in en yüksek koruma sağladığı ve 1.28 kob/mL azalma ile en az azalmayı gösterdiği tespit edilmiştir. BSA V eklendiğinde sakkarozun etkisi artarken benzer etki SM ve SMBSA'da gözlemlenmemiştir. Bakterilerin liyofilizasyon sonrası stabilizasyonu Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Farklı kriyoprotektanlarla hazırlanan *S.typhimurium* stabilizasyonunun zamana bağlı değişimi

Ray ve ark. [7] skim milk içerisinde dondurma işlemi takiben *Salmonella anatum* suşlarının %70-90'ının zarar gördüğünü bildirmişlerdir. Sulandırmayı takiben yaralı hücrelerin deoxycholate içeren besiyerlerinde üreme zorluğu gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışma verileri bizim çalışmamızla uyum içerisindedir. Mackey and Derrick [8] BSA V ile yapılan liyofilizasyonun *S. typhimurium* için daha koruyucu olduğunu bildirmiştir. Simon ve ark. [9] farklı *S. typhimurium* üzerine farklı kriyoprotektanların bir etkisi olmadığını ve bakterilerin izolasyon sırasında gıdadaki adaptasyonlarını kaybedebileceklerini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da suşlar arasında bir farklılık gözlemlenmemiştir. Aynı çalışmada uzun süreli saklama amacıyla BSAV sakkaroz ikilisinin sakarozla göre daha uygun olduğu bildirilmiştir.

Sonuç olarak *S. typhimurium* kültürlerinin liyofilizasyonunda kullanılan farklı kriyoprotektanların canlılıkları üzerine etkisi olduğu ve Reagent 18'in güvenilir bir kriyoprotektan olduğu belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- [1] Hawksworth, D.L. and Schipper, M.A.A., 1990. Criteria for consideration in the accreditation of culture collections participating in MINE, The Microbial Information Network Europe. *Mircen* 5: 277-281.
- [2] Gams, W., Hennebert, G.L., Stalpers, J.A., Janssens, D., Schipper, M.A.A., Smith, J., Yarrow, D., Hawksworth, D.L., 1988. Structuring strain data for storage and retrieval of information on fungi and yeasts in MINE, the Microbial Information Network Europe. *J. Gen. Microbiol.* 134: 1667-1689.
- [3] Stalpers, J.A., 1990. Structuring strain data for storage and retrieval of information on bacteria in MINE, the Microbial Information Network Europe. *Syst. Appl. Microbiol.* 13: 92-103.
- [4] Anonymous, 1996. European Standard 1619: Biotechnology - large scale process and production -General requirements for management and organization for strain conservation procedures.
- [5] Anonymous, 1996. European Standard EN 829 - Transport packages for medical and biological specimens - requirements, tests. CEN European Committee for Standardization, Brussels.
- [6] Anonymous, 1999. Guidelines for the Establishment and Operation of Collections of Cultures of Microorganisms. 2<sup>nd</sup> Edition. ISBN 92 9109 043 3, Nova Publishers, NY.
- [7] Ray, B., Jezeski, J.J., Busta, F.F., 1971. Repair of injury in freeze-dried *Salmonella anatum*. *Appl. Environ. Microbiol.* 22: 184-189.
- [8] Mackey, B.M., Derrick, C.M., 1982. The effect of sublethal injury by heating, freezing, drying and gamma-radiation on the duration of the lag phase of *Salmonella typhimurium*. *Appl. Environ. Microbiol.* 53: 243-251.
- [9] Simon, E.M., Stahl, K.L., Wilson, J.B., 1963. Preservation by freeze-drying and the stability of virulence of *Salmonella typhimurium*. *Appl. Environ. Microbiol.* 11: 371-376.

## Ticari Çilek, Kayısı ve Vişne Reçellerinin Özellikleri

Cemal Kaya, Arzu Kıvrak, Yasemin Esin

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tokat

Geliş Tarihi (Received): 02.08.2012, Kabul Tarihi (Accepted): 14.12.2012

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [cemal.kaya@gop.edu.tr](mailto:cemal.kaya@gop.edu.tr) (C. Kaya)

☎ 0 356 252 18 00 / 2896 📠 0 356 252 17 29

### ÖZET

Bu çalışmada, ulusal firmalar tarafından üretilen ve Tokat Bölgesi'nde de satışa sunulan çilek, kayısı ve vişne reçellerinin bazı özelliklerinin belirlenmesi ve Türk Gıda Kodeksi'ne uygunluklarının incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, Tokat ilindeki süpermarketlerden temin edilen iki farklı tarihte üretilmiş üçü ekstra geleneksel ikisi geleneksel reçel üreten firmalara ait 30 adet reçel örneği incelenmiş ve elde edilen bulgular istatistiksel olarak değerlendirilerek her iki döneme ait ortalamalar olarak verilmiştir. Meyve oranı bakımından, kayısı reçellerinin tamamı, çilek reçellerinin ise üçü tebliğe uygun bulunurken, vişne reçellerinin tamamı, çilek örneklerinin ise ikisi tebliğe uygun bulunmamıştır. Sap ve çanak yapraklı meyve sayısı bakımından çilek reçellerinin tamamı, ham ve kusurlu meyve sayısı bakımından ise aynı örneklerin üçünün tebliğe uygun olduğu belirlenmiştir. Kayısı ve vişne reçellerinin tamamının çekirdek ve parçaları bakımından tebliğe uygun olduğu bulunmuştur. SÇKM bakımından, incelenen her üç meyve çeşidine ait reçellerin tamamının tebliğe uygun olduğu belirlenirken, pH bakımından ise, sadece bir kayısı reçelinin tebliğe uygun olmadığı saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Reçel, Çilek, Vişne, Kayısı, Türk Gıda Kodeksi

### Characteristics of Commercial Strawberry, Apricot and Sour Cherry Jams

#### ABSTRACT

The aims of this study were to investigate some of the physical and chemical properties of commercial strawberry, apricot and sour cherry jams produced by national companies and sold in Tokat, Turkey and to determine their compatibility to the "Turkish Food Codex (TFC)". Thirty jam samples of five various national jam manufacturers were obtained from different grocery stores in Tokat. Three of these manufacturers produce extra traditional jams while the rest produces traditional jams. All apricot and three strawberry jams were compatible with the TFC in terms of fruit rate. On the contrary, all sour cherry and two strawberry jam samples were incompatible with the TFC. Regarding fruit number with stem and leaf of all strawberry and in terms of the amount of crude and defective fruit three strawberry jams were compatible with the TFC. All apricot and sour cherry jams were compatible with the TFC in terms of the amount of core and parts. Total soluble solid (TSS) values of all samples of three different fruit jams were compatible with the TFC; however, only one apricot jam sample was incompatible with the TFC in terms of pH values.

**Key Words:** Jam, Strawberry, Sour cherry, Apricot, Turkish Food Codex

#### GİRİŞ

Beş ana besin grubundan birini oluşturan meyve ve sebzeler, özellikle içerdikleri mineraller ve vitaminler nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir yere

sahiptirler [1]. Taze meyve ve sebzeler normal koşullarda dayanıklılığı az olan ürünlerdir. Taze meyvelerin uzun süre dayanıklı olmayışları, bileşimlerinde fazla miktarda su içermeleri ve böylece aktif su bakımından, hemen her türden mikroorganizma

için uygun ortam oluşturmalarından kaynaklanır. Ayrıca, meyve sebzelerin bileşimindeki karbonhidratlar, azotlu bileşikler ve mineral maddeler insanların beslenmesindeki önemi yanında, mikroorganizmaların gelişmesi için de elverişli ortam olmaktadır [2].

Meyveler ve sebzeler çiğ olarak tüketildikleri gibi işlenerek, çeşitli ürünler halinde de tüketilmektedir. Meyveler ve sebzeler, bozulmadan uzun süre depolanmaları zor olduğu için, farklı yöntemler kullanılarak çeşitli dayanıklı ürünlere işlenirler. Bu ürünlerden birisi de reçeldir [3]. Reçel, en az %60-65 çözünür katı madde içermesi ve bunun çoğunun şeker olması nedeniyle önemli bir kalori kaynağıdır [4]. Ortalama %70.1 şeker içeren 100 g reçel 368 kcal vermektedir. Bu nedenle fazla enerjiye ihtiyacı olan, ağır işte çalışanlar ile çocuklar için ideal bir gıda maddesidir ve özellikle kış aylarında kahvaltılık sofralarında bu tür ürünlere sıklıkla yer verilmelidir. Yapıldığı meyveye göre farklı miktar ve çeşitte mineral madde içermeleri, besleyici değerlerini daha da arttırmaktadır [5]. Türkiye'deki toplam reçel üretimi 150 bin ton dolayındadır. Ev üretimi ile birlikte bakıldığında kişi başına reçel tüketimi yılda 2.5 kilogram dolayında olmaktadır [6].

Türk Gıda Kodeksi "Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği"nde [7], reçel, ekstra reçel, geleneksel reçel ve ekstra geleneksel reçel olmak üzere dört farklı tanımlama yapılarak reçeller bir sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Tebliğe göre;

- Reçel: Bir veya birkaç çeşit meyvenin püresinin veya pulpunun veya bunların karışımının, su ve şekerlerle uygun bir jel kıvamına getirilmiş karışımı,
- Ekstra reçel: Bir veya birkaç çeşit meyvenin konsantre edilmemiş pulpunun, su ve şekerlerle uygun bir jel kıvamına getirilmiş, reçele oranla daha fazla meyve pulpu içeren karışımı,
- Geleneksel reçel: Su ile bütün veya parçalı meyvelerin veya bitkilerin kök, yaprak, çiçek gibi yenilebilen kısımlarının şeker ilave edilerek veya edilmeden belirli kıvama getirilmiş karışımı,
- Ekstra geleneksel reçel: Su ile bütün veya parçalı meyvelerin veya bitkilerin kök, yaprak, çiçek gibi yenilebilen kısımlarının şeker ilave edilerek veya edilmeden belirli kıvama getirilmiş, geleneksel reçele oranla daha fazla meyve veya bitki parçası içeren karışımı olarak tanımlanmıştır.

Gıda maddeleri yasası bütün dünyada birkaç ana konu dikkate alınarak hazırlanmaktadır. Bunlar, tüketiciye sağlıklı gıda maddelerinin sunulmasının temin edilmesi, gıda maddesinin gerçek fiyatında satılması ve hileli gıdaların üretiminin engellenmesi şeklinde sıralanabilir [8].

Bu çalışmanın amacı, ulusal ölçekteki firmalar tarafından üretilen ve Tokat Bölgesi'nde de satışa sunulan çilek, kayısı ve vişne reçellerinin fiziksel ve kimyasal bazı özelliklerini belirlemek ve bu özellikleri yönünden Türk Gıda Kodeksi 'Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'ne uygunluklarını incelemektir.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Çalışmada, Tokat ilindeki süpermarketlerden temin edilen, ülkemizde ticari olarak üretim yapan beş firmaya ait iki farklı tarihte üretilmiş üçü ekstra geleneksel, ikisi geleneksel olarak satışa sunulan vişne, kayısı ve çilek reçelleri incelenmiştir. Ticari firmalara ait reçel örnekleri bulgular kısmında A, D, E (Ekstra geleneksel reçel ) B ve C (geleneksel reçel) kodlarıyla belirtilmiştir.

### Metot

Çalışmada incelenen reçel örneklerine aşağıda belirtilen analizler uygulanmıştır.

### Fiziksel Analizler

Doldurma oranı [9], Meyve oranı, çekirdek ve parçalarının aranması [10], sap ve çanak yapraklı meyve ile ham ve kusurlu meyve oranı [11] ve Hunter renk (L, a ve b) analizleri [9] uygulanmıştır.

### Kimyasal Analizler

Suda çözünür kuru madde, pH, toplam asitlik ve toplam kül [9], toplam fenolik madde miktarı [12]'ye göre, HPLC cihazı [Perkin-elmer (Perkin Elmer Series 200)] kullanılarak hidroksimetilfurfural (HMF) miktarı tayini (0.40 mL/dakika akış hızında, mobil faz olarak : %80 0.0125 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + %20 metanol karışımı ile UV dedektörde 280 nm dalga boyunda, 25°C sıcaklıkta, Wakosil II 5C18 RS (250x4.6 mm) kolon kullanılarak 25 dakikada [13]'den modifiye edilerek), organik asit (malik, sitrik, ve askorbik asit) kompozisyonu (0.5 mL/dakika akış hızında 15 dakika %100 mobil faz A, 5 dakika 0.54 mL/dakika akış hızında %82 A+ %18 B, 5 dakika 0.6 ml/dakika akış hızında %100 B (toplam süre: 25 dakika), Mobil faz olarak: mobil faz A; 2.5 pH'a ayarlanmış sülfürik asit çözeltisi, mobil faz B; %100 metanol karışımı ile UV dedektörde 215 nm dalga boyunda, 30°C sıcaklıkta, Wakosil II 5C18 RS (250x4.6 mm) kolon kullanılarak 25 dakikada [14],e göre, şeker (glukoz, fruktoz, sakkaroz) kompozisyonu (0.9 mL/dakika akış hızında, Mobil faz olarak : %80 asetonitril + %20 deionize su karışımı ile RI dedektörde 30°C sıcaklıkta, SS Exsil Amino, SGE (250x4.6 mm ) kolon kullanılarak 20 dakikada [15]'e göre gerçekleştirilmiştir.

### İstatistiksel Analiz

Ticari olarak üretilen reçellere ilişkin elde edilen bulguların istatistiksel olarak değerlendirmesinde SPSS paket programı kullanılmış ve çoklu karşılaştırmalarda LSD testi (P<0.05) uygulanmıştır [16].

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Reçellere İlişkin Fiziksel Özellikler

Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'ne [7] göre ekstra geleneksel reçelerde meyve

oranının en az %45, geleneksel reçellerde en az %35 olması gerektiği ve 1000 g reçel imalatında kullanılan pulp ve/veya püre miktarının 350 g'dan az olmaması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada incelenen üç farklı meyve reçelinin fiziksel özelliklerine ilişkin bulgular Tablo 1'de verilmiştir.

Tablonun incelenmesiyle görülebileceği gibi beş farklı ticari firmaya ait vişne reçellerinde meyve oranının %30.68-43.67 arasında, çilek reçellerinde %37.10-63.52 arasında, kayısı reçellerinde ise %45.55-56.99 arasında değiştiği belirlenmiştir. Meyve oranı bakımından, incelenen beş firmaya ait kayısı reçellerinin tamamı, çilek reçellerinin ise üçü tebliğe uygun bulunurken, vişne reçeli örneklerinin tamamı ve çilek örneklerinin ise iki tanesi tebliğe uygun bulunmamıştır. Tosun [17] yaptığı çalışmada vişne reçeli örneklerinde meyve oranının %10.0-62.22 arasında değiştiğini ve sadece üç firmanın reçellerinde meyve oranının standartta verilen değerden çok düşük olduğunu; çilek reçellerinde meyve oranlarının %16.26-61.76 arasında değiştiğini ve 10 adet çilek örneğinden dört örnek dışında hepsinin meyve oranının standartlarda verilen değerlerden yüksek olduğunu; kayısı reçeli örneklerinde meyve oranının %18.72-82.44 arasında olduğunu ve firmaların %60'ının meyve oranı bakımından standartlara uygun

olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda incelenen vişne, çilek ve kayısı reçellerinin meyve oranlarına ilişkin elde edilen bulguların, Tosun'un [17] yaptığı çalışmadan elde edilen bulguların bir kısmıyla benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Tebliğ'e göre reçellerde sap ve çanak yapraklı meyve miktarı ile ham ve kusurlu meyve sayısı en çok 2 adet/kg olarak sınırlandırılmıştır. Bulgulara göre sap ve çanak yapraklı meyve oranı bakımından tüm çilek reçeli örnekleri Tebliğ'e uygun bulunurken, ham ve kusurlu meyve miktarı bakımından üç firmaya ait örnekler Tebliğ'de öngörülen sınır değerler içerisinde yer alırken iki firmaya ait örneklerin ise tebliğde belirtilen üst sınır değerden daha fazla sayıda kusurlu meyve içerdikleri görülmektedir.

Tebliğ'e göre "Geleneksel ve ekstra geleneksel reçellerde işlem hatalarından kaynaklanan çekirdek, sap ve yaprak gibi reçelde istenmeyen yabancı madde oranı: Çekirdek içeren hammadde kullanıldığında çekirdek veya çekirdek parçası en fazla 1 adet/100 g olmalıdır." şeklinde belirtilmiştir. Buna göre tüm vişne ve kayısı reçellerine ait örneklerin bu sınırlar arasında yer aldığı görülmektedir.

Tablo 1. Beş firmaya ait 3 farklı meyve reçelinin fiziksel özelliklerine ilişkin değerler

Reçel Örnekleri	Doldurma Oranı (%) <sup>*</sup>	Meyve Oranı (%)	Renk (Hunter)			Sap ve Çanak Yapraklı Meyve (adet/kg) <sup>2</sup>	Çekirdek ve Parçaları <sup>3</sup> (adet/kg)	Ham ve Kusurlu Meyve (adet/kg) <sup>2</sup>
			L	a	b			
A Vişne <sup>1</sup>	94.00 <sup>b</sup>	43.67 <sup>a</sup>	21.1 <sup>a</sup>	2.4 <sup>b</sup>	1.0 <sup>b</sup>	-	-	-
	Çilek	93.75 <sup>d</sup>	63.52 <sup>a</sup>	22.0 <sup>a</sup>	4.4 <sup>b</sup>	2.8 <sup>b</sup>	-	1
	Kayısı	94.00 <sup>d</sup>	45.55 <sup>b</sup>	27.1 <sup>a</sup>	2.7 <sup>b</sup>	10.0 <sup>a</sup>	-	-
B Vişne	98.50 <sup>a</sup>	33.36 <sup>b</sup>	16.9 <sup>c</sup>	1.8 <sup>c</sup>	0.9 <sup>b</sup>	-	-	-
	Çilek	98.50 <sup>ab</sup>	40.46 <sup>b</sup>	18.2 <sup>c</sup>	3.3 <sup>c</sup>	2.9 <sup>b</sup>	1	3
	Kayısı	99.00 <sup>a</sup>	51.46 <sup>ab</sup>	11.9 <sup>a</sup>	3.4 <sup>ab</sup>	11.3 <sup>a</sup>	-	-
C Vişne	95.25 <sup>b</sup>	30.68 <sup>b</sup>	15.7 <sup>cd</sup>	5.1 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>	-	-	-
	Çilek	96.00 <sup>c</sup>	37.10 <sup>b</sup>	14.1 <sup>d</sup>	4.9 <sup>ba</sup>	2.5 <sup>b</sup>	1	1
	Kayısı	96.25 <sup>c</sup>	47.29 <sup>b</sup>	27.0 <sup>a</sup>	2.8 <sup>b</sup>	10.2 <sup>a</sup>	-	-
D Vişne	99.25 <sup>a</sup>	32.45 <sup>b</sup>	18.7 <sup>b</sup>	2.1 <sup>bc</sup>	0.9 <sup>b</sup>	-	1	-
	Çilek	99.75 <sup>a</sup>	42.74 <sup>b</sup>	19.1 <sup>c</sup>	2.7 <sup>c</sup>	3.1 <sup>b</sup>	1	3
	Kayısı	98.50 <sup>ab</sup>	46.50 <sup>b</sup>	23.2 <sup>b</sup>	3.6 <sup>a</sup>	11.1 <sup>a</sup>	-	-
E Vişne	98.25 <sup>a</sup>	43.28 <sup>a</sup>	15.1 <sup>c</sup>	2.4 <sup>b</sup>	1.5 <sup>a</sup>	-	-	-
	Çilek	97.00 <sup>bc</sup>	44.18 <sup>b</sup>	20.8 <sup>b</sup>	5.0 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>	-	2
	Kayısı	97.25 <sup>bc</sup>	56.99 <sup>a</sup>	24.7 <sup>b</sup>	3.8 <sup>a</sup>	10.5 <sup>a</sup>	-	-

<sup>1</sup>: Tabloda verilen değerler her iki örnekleme dönemine ait örneklerin ortalamaları olarak verilmiştir. <sup>2</sup>: Belirtilen analizler çilek reçellerine uygulanmıştır. <sup>3</sup>: Belirtilen analiz vişne ve kayısı reçellerine uygulanmıştır. \*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen farklı firmaların aynı meyvesine ait ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05)

Beş farklı ticari firmaya ait vişne reçellerinde doldurma oranlarının %94.0-99.25 arasında, çilek reçellerinde doldurma oranı %93.75-99.75 arasında, kayısı reçellerinde ise %94-99 arasında değiştiği belirlenmiştir. Üç farklı meyve reçelinin renk değerleri incelendiğinde L değerlerinin 11.9-27.1 arasında; a değerlerinin 1.8-5.1 ve b değerlerinin 0.9-11.3 arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 1).

### Reçellere İlişkin Kimyasal Özellikler

Araştırmada beş değişik firmaya ait vişne, çilek ve kayısı reçellerinde yapılan analizler sonucunda suda çözünür

kuru madde değerlerinin, sırasıyla vişne reçellerinde %73.92-79.41; çilek reçellerinde %71.55-74.75 ve kayısı reçellerinde %70.85-75.67 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 2). Reçel tebliğinde, geleneksel ve ekstra geleneksel reçellerde refraktometre ile tayin edilen çözünür kuru madde miktarı %68'den az olmaması gerektiği bildirilmiştir. Araştırma bulgularına göre incelenen reçel örneklerinin SÇKM miktarı açısından örneklerin tamamının tebliğde yer alan en az % 68 olmalı koşulunu sağladığı görülmüştür. Tosun [17], ticari reçel örneklerinde yaptığı çalışmada reçel örneklerinin suda çözünür kuru madde içeriğinin çilek reçelinde ortalama %75, gül reçelinde %76.53, kayısıda

%75.8 ve vişnede %73.91 bulunduğunu bildirmiştir. Kaplan [18], çilek, gül, kayısı ve vişne reçelleri üzerine yaptığı bir çalışmada, suda ortalama çözünür katı madde miktarının sırasıyla %72, 74, 73 ve 73 olduğunu bildirmiştir. Tosun [17] ve Kaplan'ın [18] yapmış olduğu çalışmalarda belirlenen değerlerle çalışmamızdaki bulguların benzerlik gösterdiği görülmektedir. Ürünlerin SÇKM değerleri arasında gözlenen farklılığın işleme teknolojisi ve kullanılan meyvelerin türünden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Türk Gıda Kodeksi reçel, jöle, marmelat ve kestane püresi tebliği'ne [7] göre geleneksel reçel ve ekstra geleneksel reçelde pH aralığının 2.8-3.5 arasında olması gerektiği belirtilmiştir. Reçelerde kullanılan pektinlerin iyi bir jel verebilmesi için pH aralığının 2.8-3.5 arasında olması gerekmektedir [3]. Çalışmada incelenen reçel örneklerinde yapılan pH ölçümlerine ilişkin bulgular Tablo 2'de verilmiştir. Tablonun incelenmesiyle de görülebileceği gibi 1 adet kayısı reçeli örneği (pH=3.69) dışında, tüm reçel örneklerinde ölçülen pH değerlerinin (3.10-3.47) ürünlere ait tebliğlerde öngörülen pH sınırları (2.8-3.5) içerisinde olduğu belirlenmiştir. Sağlam'ın [19], yaptığı bir çalışmada açık kazanda pişirme ile üretilen dut, kiraz ve gilâburu reçeli pH'larının 2.98-3.22 arasında olduğu belirtilmiştir. Zor [20], yaptığı bir çalışmada ayva reçeli örneklerinin pH'sını 3.36 olarak belirlemiştir. Kaplan (2006), çilek, gül, kayısı ve vişne reçelleri üzerine yaptığı bir çalışmada pH değerlerini sırasıyla 3.28, 3.08, 3.44 ve 3.30 olarak belirlemiştir. Türkiye'de üretilen reçeller üzerinde yapılan bir diğer çalışmada 6 adet vişne, 5 adet çilek, 4 adet kayısı ve 4 adet gül reçeli incelenmiştir. Yapılan analizlerde örneklerdeki pH değerleri vişnede 3.07-3.20, çilekte 3.07-3.20, kayısıda 3.47-3.93 ve güldede 3.09-3.75 ölçülmüştür [4]. Araştırmamızda incelenen reçel örneklerinde ölçülen pH değerlerinin, Sağlam [19], Kaplan [18], Zor [20] ve Üstün ve Tosun'un [4] yaptığı çalışmalarda elde edilen bulgularla benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Çalışmada analiz edilen beş farklı ticari firmaya ait reçelerde titrasyon asitliği değerlerinin vişnede 0.58-0.97 g/100g, çilekte 0.34-0.57 g/100g, kayısıda ise 0.42-0.91 g/100g arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 2). Reçelin çeşidine göre değişen toplam asitlik miktarının, vişne reçellerinde daha yüksek, gül yaprağı reçellerinde ise daha düşük olduğu belirtilmektedir [4]. Kaplan [18] çilek, gül, kayısı ve vişne reçelleri üzerine yaptığı bir çalışmada; titrasyon asitliği değerlerini sırasıyla %0.48; 0.26; 0.53 ve 0.71 olduğunu belirlemiştir. Tosun [17], çalışmasında titrasyon asitliği değerlerinin çilekte %0.18-0.66, güldede %0.12-0.36, kayısıda %0.12-0.79 ve vişnede %0.28-1.64 arasında olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda incelenen reçel çeşitlerine ait titrasyon asitliği değerlerinin, Tosun [17] Üstün ve Tosun [4] ve Kaplan'ın [18], araştırmaları sonucu elde ettikleri bulgularla da benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Tablo 2. 5 firmaya ait 3 farklı meyve reçelinin kimyasal bileşimlerine ilişkin değerler

Özellikler	A					B					C					D					E				
	Vişne <sup>1</sup>	Çilek	Kayısı	Vişne	Çilek	Kayısı	Vişne	Çilek	Kayısı	Vişne	Çilek	Kayısı	Vişne	Çilek	Kayısı	Vişne	Çilek	Kayısı	Vişne	Çilek	Kayısı				
SÇKM (°Briks)*	73.92 <sup>d</sup>	71.55 <sup>c</sup>	72.35 <sup>c</sup>	75.75 <sup>c</sup>	72.75 <sup>c</sup>	72.0 <sup>c</sup>	75.75 <sup>c</sup>	74.75 <sup>a</sup>	74.75 <sup>b</sup>	79.41 <sup>a</sup>	73.05 <sup>b</sup>	70.85 <sup>d</sup>	77.25 <sup>b</sup>	74.5 <sup>a</sup>	75.67 <sup>a</sup>										
pH	3.30 <sup>b</sup>	3.37 <sup>c</sup>	3.23 <sup>c</sup>	3.35 <sup>a</sup>	3.47 <sup>a</sup>	3.69 <sup>a</sup>	3.11 <sup>e</sup>	3.29 <sup>d</sup>	3.32 <sup>c</sup>	3.12 <sup>d</sup>	3.42 <sup>b</sup>	3.10 <sup>d</sup>	3.26 <sup>c</sup>	3.29 <sup>d</sup>	3.43 <sup>b</sup>										
Toplam asitlik (g/100g)	0.74 <sup>c</sup>	0.37 <sup>b</sup>	0.63 <sup>c</sup>	0.58 <sup>e</sup>	0.34 <sup>b</sup>	0.58 <sup>d</sup>	0.65 <sup>d</sup>	0.38 <sup>b</sup>	0.42 <sup>e</sup>	0.97 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.84 <sup>b</sup>	0.55 <sup>a</sup>	0.76 <sup>b</sup>										
Toplam kül (g/100g)	0.318 <sup>ab</sup>	0.244 <sup>ab</sup>	0.334 <sup>c</sup>	0.206 <sup>c</sup>	0.258 <sup>ab</sup>	0.564 <sup>a</sup>	0.360 <sup>a</sup>	0.219 <sup>b</sup>	0.323 <sup>c</sup>	0.296 <sup>b</sup>	0.272 <sup>a</sup>	0.303 <sup>c</sup>	0.292 <sup>b</sup>	0.111 <sup>a</sup>	0.462 <sup>b</sup>										
Fenolik madde (mg/kg)	1996.1 <sup>b</sup>	1446.3 <sup>c</sup>	584.29 <sup>c</sup>	1509.6 <sup>c</sup>	1301.9 <sup>d</sup>	585.40 <sup>c</sup>	1176.3 <sup>d</sup>	1168.6 <sup>c</sup>	510.98 <sup>d</sup>	2100.5 <sup>a</sup>	1919.5 <sup>a</sup>	639.84 <sup>b</sup>	2038.3 <sup>ab</sup>	1627.3 <sup>b</sup>	682.05 <sup>c</sup>										
HMF (mg/kg)	17.52 <sup>d</sup>	6.34 <sup>e</sup>	13.77 <sup>e</sup>	27.46 <sup>b</sup>	12.93 <sup>c</sup>	28.0 <sup>d</sup>	19.84 <sup>c</sup>	11.61 <sup>d</sup>	56.27 <sup>b</sup>	19.29 <sup>c</sup>	14.95 <sup>b</sup>	34.78 <sup>c</sup>	45.64 <sup>a</sup>	40.64 <sup>a</sup>	72.29 <sup>a</sup>										
Malik asit (g/100gr)	0.95 <sup>a</sup>	0.083 <sup>b</sup>	0.321 <sup>a</sup>	0.60 <sup>d</sup>	0.059 <sup>c</sup>	1.557 <sup>a</sup>	0.62 <sup>d</sup>	0.055 <sup>d</sup>	0.06 <sup>a</sup>	0.85 <sup>b</sup>	0.097 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	0.77 <sup>c</sup>	0.053 <sup>e</sup>	0.508 <sup>a</sup>										
Askorbik asit (mg/100g)	2.32 <sup>a</sup>	4.55 <sup>b</sup>	1.73 <sup>c</sup>	1.94 <sup>d</sup>	1.67 <sup>e</sup>	1.67 <sup>d</sup>	1.60 <sup>e</sup>	4.77 <sup>a</sup>	1.93 <sup>b</sup>	2.16 <sup>b</sup>	3.67 <sup>a</sup>	2.19 <sup>a</sup>	2.08 <sup>c</sup>	3.06 <sup>d</sup>	1.907 <sup>b</sup>										
Sitrik asit (g/100g)	0.22 <sup>d</sup>	0.61 <sup>c</sup>	0.525 <sup>c</sup>	0.19 <sup>e</sup>	0.502 <sup>d</sup>	0.498 <sup>d</sup>	0.24 <sup>e</sup>	0.425 <sup>e</sup>	0.408 <sup>d</sup>	0.45 <sup>a</sup>	0.951 <sup>a</sup>	1.43 <sup>a</sup>	2.44 <sup>b</sup>	0.618 <sup>b</sup>	0.75 <sup>b</sup>										
Fruktoz (g/100gr)	16.4 <sup>d</sup>	11.6 <sup>c</sup>	14.0 <sup>c</sup>	20.3 <sup>c</sup>	15.8 <sup>c</sup>	11.6 <sup>d</sup>	2.9 <sup>e</sup>	1.5 <sup>e</sup>	2.0 <sup>e</sup>	21.3 <sup>a</sup>	24.2 <sup>a</sup>	22.0 <sup>a</sup>	25.2 <sup>a</sup>	22.3 <sup>b</sup>	21.0 <sup>b</sup>										
Glukoz (g/100gr)	18.7 <sup>d</sup>	12.1 <sup>e</sup>	14.3 <sup>c</sup>	23.5 <sup>c</sup>	19.1 <sup>d</sup>	15.3 <sup>d</sup>	29.7 <sup>b</sup>	25.4 <sup>b</sup>	28.0 <sup>b</sup>	29.0 <sup>b</sup>	30.2 <sup>a</sup>	29.6 <sup>a</sup>	31.5 <sup>a</sup>	23.6 <sup>c</sup>	23.4 <sup>c</sup>										
Sakkaroz (g/100gr)	23.1 <sup>b</sup>	21.72 <sup>b</sup>	15.3 <sup>c</sup>	9.1 <sup>e</sup>	8.6 <sup>e</sup>	6.8 <sup>e</sup>	25.0 <sup>a</sup>	29.5 <sup>a</sup>	22.1 <sup>a</sup>	18.0 <sup>c</sup>	20.0 <sup>c</sup>	19.9 <sup>b</sup>	11.7 <sup>d</sup>	10.1 <sup>d</sup>	9.7 <sup>d</sup>										

\*: Aynı satırda aynı harfle gösterilen farklı firmaların aynı meyvesine ait ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05). †: Tabloda verilen değerler her iki örnekleme dönemine ait örneklerin ortalamaları olarak verilmiştir.

Reçel örneklerinde yapılan kül analizine ilişkin bulgular Tablo 2'de verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda meyve oranıyla yakından ilgili olan kül miktarı sırasıyla vişne reçellerinde %0.206-0.360, çilek reçellerinde % 0.111-0.272 ve kayısı reçellerinde de %0.303-0.564 arasında belirlenmiştir. Tosun [17], reçel örneklerine ait ortalama kül değerlerini; çilekte %0.23, gülda %0.14, kayısıda %0.29 ve vişne de %0.27 olarak bildirmiştir. Üstün ve Tosun [4], 6 adet vişne, 5 adet çilek, 4 adet kayısı ve 4 adet gül olmak üzere toplam 19 adet reçel örneğinin bileşimini incelediği çalışmada, vişne, çilek, kayısı ve gül reçellerinde ortalama kül miktarının sırasıyla; %0.26; 0.20; 0.34 ve 0.08 olduğunu belirtmiştir. Kaplan [18.] çilek, gül, kayısı ve vişne reçelleri üzerine yapmış olduğu bir çalışmada, kül oranını sırasıyla %0.18, 0.03, 0.20 ve 0.21 olarak belirlemiştir. Araştırmamızda belirlenen reçel örneklerinin kül içeriklerine ilişkin bulguların Tosun [17] Üstün ve Tosun [4] ve Kaplan'ın [18] bulgularıyla da benzerlik gösterdiği görülmektedir.

5 farklı ticari firmaya ait vişne reçellerinde toplam fenolik madde miktarının 1176.3-2100.5 mg/kg, çilek reçellerinde 1168.6-1919.5 mg/kg, kayısı reçellerinde ise 510.98-682.05 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 2). Tokbaş [21] karadut meyvesinin (*Morus nigra* L.) reçel ile marmelata işlenmesi ve ürünlerin antioksidan özelliklerinin belirlenmesi isimli çalışmada %0.5 pektin ile üretilen reçelerde toplam fenolik madde miktarının 1881.01-1495.92 µg GAE/g, %1 pektin katılanlarda ise 1466.30-1966.92 µg GAE/g arasında değiştiğini bildirmiştir. Sağlam [19]'ın yaptığı bir çalışmada, vakum tekniği ile üretilen kiraz reçellerindeki fenolik madde miktarları %0.25-11.41 arasında azalma gösterirken, açık kazanda pişirme tekniği ile üretilen reçelerde ise bu azalma %1.33-16.64 oranında gerçekleşmiştir. Açık kazanda pişirme tekniği ile üretilen reçelerde toplam fenolik maddedeki azalma oranlarının vakum tekniği ile üretilmiş reçellere göre daha fazla olduğunu belirtilmektedir.

Reçel örneklerinin HMF analizine ilişkin bulgular Tablo 2'de verilmiştir. Tablonun incelenmesiyle de görülebileceği gibi HMF değerlerinin vişne reçellerinde 17.52-45.64 mg/kg, çilek reçellerinde 6.34-40.64 mg/kg ve kayısı reçellerinde 13.77-72.29 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Rada-Mendoza [13], yaptıkları çalışmada, reçelerde ve meyve bazı bebek mamalarında depolama sırasında hidroksimetilfurfural oluşumunu incelemiştir. HMF konsantrasyonunun depolama süresine ve sıcaklığa bağlı olarak arttığını bildirmişlerdir. Üstün ve Tosun [4], yaptıkları çalışmada reçel örneklerinde ortalama HMF miktarının çilek, gül, kayısı ve vişne reçellerinde sırasıyla 64.02; 23.83; 91.36 ve 101.32 olduğunu bildirmişlerdir. Ekşi ve Velioğlu [22] ticari reçel örneklerinde yaptıkları çalışmada HMF miktarının çilek reçelinde 43.2-211.8, gül reçelinde 6.2-121.6, kayısı reçelinde 47.4-147.9, vişne reçelinde 31.9-307.0 mg/kg arasında bulunduğunu bildirmişlerdir.

Mendoza ve ark. [23], 38 adet farklı reçel ve 18 adet meyve içerikli bebek gıdası olmak üzere 56 ticari örnekte HMF miktarını analiz etmişlerdir. Eş değerli kuru madde ve pH' ya sahip olan reçelerde, pH' ya ve kuru

maddeye bakılmaksızın HMF değerini çok az miktardan 71.7 mg/kg'a kadar (ortalama 13.5 mg/kg) bulmuşlardır. Mendoza ve ark [24], hidroksimetilfurfural (HMF) ve furozinin (Fu) kombinasyonunun güvenilirliğini kalite belirteci olarak değerlendirmek amacıyla, üç grup reçelin (biri ticari ve ikisi laboratuarda hazırlanmış) ve meyve bazı bebek gıdalarının 12 ay boyunca 20 ve 35°C'de saklanması sırasında eş zamanlı HMF oluşumunu araştırmışlardır. HMF'nin üretim sırasındaki ısıtmanın şiddetinin ve/veya uzun süreli saklama süresince yetersiz sıcaklığın iyi bir belirteci olduğunu bildirmişlerdir. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda örneklerdeki HMF miktarının oldukça geniş aralıklarda değişiklik göstermesinin; ürün reçetesi, uygulanan reçel üretim tekniği ve üretim sonrasındaki soğutma ve depolama aşamalarındaki uygulamaların farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada analiz edilen beş farklı ticari firmaya ait reçel örneğinin malik asit miktarının 0.06-1.55 g/100g, sitrik asit miktarının 0.19-1.43 g/100g ve askorbik asit miktarının 1.60-4.77 mg/100g arasında olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). HPLC tekniğiyle yapılan şeker kompozisyonu analizlerine ilişkin bulgular Tablo 2'de verilmiştir. Tablonun incelenmesiyle de görülebileceği gibi beş farklı ticari firmaya ait reçel örneklerinde fruktoz miktarının 1.5-25.2 g/100g arasında, glukoz miktarının 12.1-31.5 g/100g arasında, sakkaroz miktarının da 6.8-29.5 g/100g arasında değiştiği belirlenmiştir.

## SONUÇ

Bu çalışmada ülkemizde ticari olarak üretilen üç farklı meyve türünden üretilmiş reçellerin, bazı fiziksel özellikleri ile kimyasal bileşimleri incelenmiştir. Çalışmada incelenen reçel örnekleri Tokat ilindeki süpermarketlerden temin edilmiştir. Beş markaya ait üç farklı meyve (vişne, çilek ve kayısı) reçeli örneği ik farklı tarihte üretilmiş olup, bunlardan üç tanesi ekstra geleneksel, iki tanesi geleneksel reçel olarak satışa sunulmuş örneklerdir. Yapılan analizlerden elde edilen veriler ışığında aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- Meyve oranı bakımından, incelenen kayısı reçellerinin tamamı, çilek reçellerinin ise üçü tebliğe uygun bulunurken, vişne reçeli örneklerinin tamamı ve çilek örneklerinin ise iki tanesi tebliğe uygun bulunmamıştır. Bulgulara göre sap ve çanak yapraklı meyve oranı bakımından çilek reçeli örneklerinin tümü, ham ve kusurlu meyve miktarı bakımından ise incelenen üç çilek reçeli örneği tebliğe uygun bulunurken, iki çilek reçeli örneğinin tebliğe uygun olmadığı belirlenmiştir.
- Vişne reçellerinde doldurma oranlarının %94.0-99.25 arasında, çilek reçellerinde %93.75-99.75 arasında, kayısı reçellerinde ise %94.00-99.00 arasında değiştiği belirlenmiştir.
- Tüm reçel örneklerinde SÇKM değerinin, vişne reçellerinde %73.92-79.41, çilek reçellerinde %71.55-74.75 ve kayısı reçellerinde %70.85-75.67 arasında değiştiği görülmüştür. Bulgulara göre tüm örneklerin SÇKM değerleri bakımından reçel tebliğine uygun olduğu belirlenmiştir.

- Reçel örneklerindeki pH değerlerinin vişne, çilek ve kayısı reçellerinde sırasıyla; 3.11-3.35; 3.29-3.47 ve 3.10-3.69 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bir kayısı reçeli örneği dışında incelenen tüm reçel örneklerinde pH değerinin tebliğde öngörülen sınır değerlerin (pH 2.8-3.5) içerisinde yer aldığı görülmektedir.
- Titrasyon asitliği miktarının; vişne, çilek ve kayısı reçellerinde sırasıyla 0.58-0.97, 0.34- 0.57 ve 0.42-0.91 g/100g olduğu belirlenmiştir.
- Meyve oranıyla yakından ilgili olan kül miktarının vişne, çilek ve kayısı reçellerinde sırasıyla; %0.20-0.36, %0.11-0.27 ve %0.30-0.56, arasında olduğu belirlenmiştir.
- Vişne reçellerinde toplam fenolik madde miktarının 1176.3-2100.5 mg/kg, çilek reçellerinde 1168.6-1919.5 mg/kg, kayısı reçellerinde ise 510.98-682.05 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir
- Ürünle uygulanan ısı işlem ve süresinin şiddetinin bir göstergesi olan HMF miktarının vişne reçellerinde 17.52-45.64mg/kg, çilek reçellerinde 6.34-40.64 mg/kg ve kayısı reçellerinde 13.77-72.29 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir.
- Elde edilen bulgular ışığında, ticari reçel örneklerinin bir kısmının bazı özellikler bakımından tebliğe uygun olduğu görülürken; bir kısmının da tebliğe uygun olmadığı belirlenmiştir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Özel, F., 2006. Değişik Meyveler ve Bu Meyvelerden Yapılan Reçellerde NDF (Nötral Deterjan Lif), ADF (Asit Deterjan Lif) ve Hemiselüloz İçeriğinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Adana.
- [2] Şahin, İ., Korukluoğlu, M., Uylaşeker, V., 1994. Taze çileklerde bozulma etkeni küfler. *Gıda* 19(6): 359-365.
- [3] Cemeroğlu, B., Özkan, M., 2004. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 2, 613s, Ankara.
- [4] Üstün, N.S., Tosun, İ., 1998. Çeşitli reçellerin bileşimi üzerine bir araştırma. *Gıda* 23(2): 125-131.
- [5] Baysal, A., 2000. Genel Beslenme. Hatipoğlu Yayınları, No: 18, Ankara.
- [6] Anonim, 2009. Unutulmaya Yüz Tutan Tatlar: Helva ve Reçel. <http://www.perakende.org/alisveris-merkezleri/yeni-acilacak-avm/unutulmaya-yuz-tutan-tatlar-helva-ve-recel-1261750864h.html>
- [7] Anonim, 2007. 09.03.2007 Tarihli ve 26457 Mükerrer Sayılı Resmi Gazete'de Yayınlanan Türk Gıda Kodeksi Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği, Ankara.
- [8] Aras, B., Gürbüz, Ü., 2002. Gıda güvenliği açısından kritik kontrol noktaları ve risk analizleri sistemi. *Gıda* 27(5): 333- 341.
- [9] Cemeroğlu, B., 2010. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, 657 s, Ankara.
- [10] Anonim, 1987. TS 3958. Vişne Reçeli Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [11] Anonim, 1989. TSE Çilek Reçeli Standardı (TS 4186). Ankara.
- [12] Singleton, V.L., Rossi, J.L., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Amer. J. Enol. Vitic.* 16: 144-158.
- [13] Rada-Mendoza, M., 2004. Formation of hydroxymethylfurfural and furosine during the storage of jams and fruit-based infant foods. *Food Chemistry* 85: 605-609
- [14] Shui, G., Leong, L.P., 2002. Separation and determination of organic acids and phenolic compounds in fruit juices and drinks by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A* 977: 89-96.
- [15] Bartolome, A.P., Ruperez, P., Fuster, C., 1995. Pineapple fruit: morphological characteristics, chemical composition and sensory analysis of red Spanish and smoot cayenne cultivars. *Food Chemistry* 53: 75-79.
- [16] Yıldız, N., Bircan, H., 1994. Araştırma Deneme Metotları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı Yayın No: 697, II. Baskı, Erzurum.
- [17] Tosun, İ., 1991. Standardı Olan Bazı Reçel Çeşitlerinin Bileşimi Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Samsun.
- [18] Kaplan, B., 2006. Çukurova Bölgesinde Satışa Sunulan Bazı Reçellerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Türk Gıda Kodeksine Uygunluğu Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- [19] Sağlam, S., 2007. Antosiyanince Zengin Dut, Kiraz ve Gilaburu Meyvelerindeki Fenolikler ve Antioksidan Kapasitesi Üzerine Reçel Yapım İşleminin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Konya.
- [20] Zor, M., 2007. Depolamanın Ayva Reçelinin Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri İle Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 2007.
- [21] Tokbaş, H., 2009. Karadut Meyvesinin (*Morus nigra* L.) Reçel İle Marmelata İşlenmesi ve Ürünlerin Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat.
- [22] Ekşi, A., Velioğlu, S., 1990. Hidroksimetilfurfural (HMF) miktarı açısından ticari reçellerin durumu. *Gıda Sanayii* 3(5): 30-34.
- [23] Mendoza, M. R., Olano, A., Villamiel, M., 2002. Determination of hydroxymethylfurfural in commercial jams and in fruit-based infant foods. *Food Chemistry* 79(4): 513-516.
- [24] Mendoza, M. R., Sanz, M. L., Olano, A., Villamiel, M., 2003. Formation of hydroxymethyl-furfural and furosine during the storage of jams and fruit-based infant foods. *Food Chemistry* 85(4): 605-609.

## Selçuk Üniversitesi Öğrencilerinin Süt ve Fermente Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıkları

Didem Önay Derin<sup>1</sup>, Nuran Emdirme<sup>2</sup><sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi, Mesleki Eğitim Fakültesi, Beslenme Eğitimi Bilim Dalı, Konya<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Beslenme Eğitimi Bilim Dalı, Konya

Geliş Tarihi (Received): 27.11.2012, Kabul Tarihi (Accepted): 20.12.2012

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): donay@selcuk.edu.tr (D. Önay Derin)

☎ 0 332 223 17 06 📠 0 332 241 28 62

### ÖZET

Bu çalışma, üniversite öğrencilerinin süt ve fermente süt ürünleri tüketimi alışkanlıklarını belirlemek amacıyla planlanmıştır. Çalışma, Mart-Mayıs 2012 tarihleri arasında Konya Selçuk Üniversitesi Alaaddin Keykubat Kampüsü'nde bulunan fakültelerde öğrenim gören üniversite öğrencileri üzerinde yürütülmüştür. Öğrencilerin belirlenmesinde basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmış olup, çalışmaya gönüllü 311 öğrenci katılmıştır. Anket formu, öğrencilere ilişkin genel bilgiler (yaş, cinsiyet, sınıf, anne ve babanın eğitim durumu, ailedeki birey sayısı vb.) ile süt ve fermente süt ürünlerini tüketim alışkanlıkları ve bu ürünler hakkındaki bilgilerini tespit etmek amacıyla çeşitli soruları içermektedir. Veriler, cinsiyet değişkeni dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Erkek ve kız öğrencilerin çoğu (sırasıyla %72.2 ve 75.0) süt içmeyi sevmektedir. Sütü düzenli olarak tüketenlerin oranı erkek öğrencilerde %21.3, kız öğrencilerde %21.6'dır. Öğrencilerin yarıdan fazlasının sütün (%52.1) kalsiyum kaynağı ve kemik-diş gelişimi için gerekli olduğunu söyledikleri görülmüştür. En fazla bilinen fermente süt ürünü yoğurttur (%35.0). Öğrencilerin süt ve fermente süt ürünlerinden çeşitli besinleri her gün tüketme durumuna göre aldıkları yüzde tüketim puanları; beyaz peynirde 88.55, yoğurttan 74.41, ayran 69.65 olarak bulunmuştur. Öğrencilerin hiç tüketmiyorum yanıtını verdiği süt ve fermente süt ürünleri arasında kefir (%76.8) ilk sırada yer almakta olup, probiyotikli süt ve ürünleri (%67.8), meyveli yoğurt (%47.6) ve özel peynirler (%42.1) bunu izlemektedir. Günümüzde dünyanın birçok yerinde fermente süt ürünleri değerli besin kaynakları olarak tüketilmekte ve bu ürünler ayrıca sağlığa yararlı etkileri olan gıdalar olarak kabul edilmelerine rağmen, kız öğrencilerin %31.2'si, erkek öğrencilerin de %19.2'si fermente süt ürünlerini bilmemektedir ( $p < 0.05$ ). Sağlığa yararlı etkileri nedeniyle, bebek ve çocuklarda dahil olmak üzere herkese önerilebilecek olan fermente süt ürünlerinin önemi vurgulanmalı ve halk bu konuda bilinçlendirilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Fermente süt ürünleri, Süt, Üniversite öğrencileri, Tüketim sıklığı, Probiyotik süt ürünleri

### Milk and Fermented Milk Consuming Habits of Selçuk University Students

#### ABSTRACT

This study was planned with the aim of determining milk and fermented milk products consumption habits of the university students. The study was carried out on university students who were attending in faculties located at Alaaddin Keykubat Campus of Konya Selcuk University in March-May 2012. Simple random sampling was applied in determining the students and 311 volunteer students participated in the study. The applied questionnaire included general information questions (age, gender, class, education of parents, number of family members, etc.) and various questions about the habits of milk and fermented milk products consumption and their knowledge about these products. Most of the male and female students (respectively 72.2 and 75.0%) liked drinking milk. Rate of the students who consume milk regularly was 21.3% for males and 21.6% for females. It was seen that more than half of the students (52.1%) said that milk was a source of calcium, and it was necessary for bone-teeth development. The



most known fermented milk product was yogurt (35.0%). Percentage point of consumption which students assigned according to the consumption of foods manufactured from milk and fermented milk products everyday were found as 88.55 for white cheese, 74.41 for yoghurt, 69.65 for drink made of yoghurt and water. Kefir (76.8%) was located on the top among the milk and fermented milk products which student said they never consumed, and milk and their products with probiotics (67.8%), fruit yoghurt (47.6%), and specific cheeses (42.1%) followed kefir. Fermented milk products are widely consumed as a source of valuable constituents in much of the world, and these products are accepted by the public as healthy foods. 31.2% of male students and 19.2% of the female students knew fermented milk products ( $p < 0.05$ ). Fermented milk products, which can be recommended to everyone including babies and children because of their healthful effects, should be more emphasized in advertisements, and the public awareness on the beneficial effects of these products should be raised.

**Key Words:** Fermented milk products, Milk, University students, Consumption frequency, Probiotic milk products

## GİRİŞ

Dünya nüfusunun her geçen gün artış göstermesi, insanların beslenmesinde yer alan doğal kaynakların daha verimli kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir. Ülkelerin ulusal gelirleri ya da yaşam düzeyleri yükseldikçe, bitkisel gıdalar yerini daha kaliteli ve protein yönünden zengin olan hayvansal kaynaklı gıdalara bırakmaktadır. Sağlıklı beslenme için vücut ağırlığının her kilogramına günlük 1 g protein tüketimi önerilmekte ve bu oranın %40'ının hayvansal kaynaklardan karşılanması gerektiği belirtilmektedir. Hayvansal gıdalar içerisinde besin değeri bakımından önemli bir yeri olan süt [1], yeterli ve dengeli beslenme için gerekli olan hayvansal kaynaklı protein, yağ, laktoz ile vitamin ve mineral maddeleri tam ve yeterli oranda içermektedir. Süt, beslenme değerinin yüksekliği yanında, vücut fonksiyonlarını düzenleyen, gelişmesini sağlayan, kemik ve diş oluşumunda önemli rolü olan temel bir gıda maddesidir [2]. Ayrıca sütteki kalsiyum, damar çeperlerinde bulunan hücreleri tahrip edip zararlı maddeleri etkisiz hale getirerek yüksek tansiyondan korunmada da önemli bir yere sahiptir. Beyine enerji vermesi, mikrobik enfeksiyonlara karşı etkili olması, sindirimi düzene sokması da diğer faydaları arasındadır [3].

Süt ürünleri içinde fermente süt mamüllerinin ayrı bir yeri ve önemi vardır. Bu değer; hem süütün bileşimini tam olarak ve çoğu kez daha yoğun içermelerinden hem de fermentasyona dayalı ürünler oldukları için sindirimlerinin süte göre daha kolay olmasından kaynaklanmaktadır [4]. Fermente süt ürünleri, ısı işlem görmüş süütün laktik asit bakterileri tarafından fermente edilmesi sonucu elde edilen, bileşim ve duyuşsal nitelikler yönünden karakteristik özelliklere sahip gıdalardır [5]. Uluslararası Sütçülük Federasyonu'nun (IDF) yaptığı tanıma göre, fermente süt ürünleri "tam yağlı, yarım yağlı, az yağlı, yağsız süt, konsantre süt, süt tozuyla kuru maddesi artırılmış süt, homojenize ya da homojenize edilmemiş, pastörize ya da sterilizasyon işleminden sonra soğutulmuş özel laktik asit bakterilerini içeren starter kültürleriyle tek başlarına ya da karışımları kullanılarak fermente edilmiş, içerisinde tüketimden önce canlı laktik asit bakterileri içeren bir ürün" olarak tanımlanmaktadır [1].

Günümüzde dünyanın birçok yerinde fermente süt ürünleri değerli besin kaynakları olarak tüketilmektedirler. Bu ürünler ayrıca sağlığa yararlı

etkileri olan gıdalar olarak kabul edilmektedirler. Bugüne kadar bu ürünlerin besinsel ve fizyolojik fonksiyonları açısından sağlık üzerine etkileri pek çok çalışmada özetlenmiştir [6]. Beslenme fizyolojisi açısından, hayvansal protein kaynağı olarak önemli fonksiyonlara sahip olan fermente süt ürünleri, karbohidrat, yağ ve proteini dengeli oranda ve kemik yapısı için gerekli olan kalsiyumu yüksek miktarda içermekte olup, düşük kalorisi, ferahlatıcı özellikleri, üstün besin değeri ve de her çeşit süttten yapılabilmesi nedeniyle hazır gıda olarak her zaman ve her yerde tüketime uygun olan önemli bir besin grubunu oluşturmaktadır [1]. Bir gıdanın besin değeri, içerdiği besin maddelerinin yeterli ve sindirilebilir olabirliğine bağlıdır. Fermente süt ürünlerindeki besin maddeleri starter kültürler tarafından bir ön-fermantasyona uğratıldıkları için bunların besleyici değeri daha yüksek, sindirimleri süte göre daha kolaydır. Protein ve yağın kısmen parçalanması sindirilebilirliği arttırmaktadır [6].

Bu çalışma, insan beslenmesindeki süt ve fermente süt ürünlerinin önemi düşünülerek, bu ürünlerin Selçuk Üniversitesi öğrencilerinin cinsiyet durumları da göz önünde bulundurularak tüketim alışkanlıklarını belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Üniversite öğrencilerinin süt ve fermente süt ürünleri tüketimi alışkanlıklarını belirlemek amacıyla yapılan bu araştırmanın evrenini, Konya Selçuk Üniversitesi Alaaddin Keykubat Kampusu'nda bulunan fakültelerde öğrenim gören lisans öğrencileri oluşturmaktadır. Öğrencilerin belirlenmesinde basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmış olup, çalışmaya gönüllü 311 öğrenci katılmıştır. Araştırma verileri anket formu kullanılarak, Nisan 2012 ve Mayıs 2012 tarihleri arasında toplanmıştır. Anket formu oluşturulmadan önce konu ile ilgili literatür (tez, makale, bildiri, bilimsel araştırma ve benzerleri) incelenmiş ve anket formu konu ile ilgili kaynaklardan ve daha önce yapılmış araştırmalardan yararlanılarak hazırlanmıştır [7-14]. Anket formu öğrencilerin ve ailelerinin tanıtıcı bilgileri, süt ve fermente süt ürünleri tüketim sıklıkları ve alışkanlıkları ile bu ürünler hakkındaki bilgilerini içeren çeşitli sorulardan oluşmaktadır. Araştırma verileri anket formu ile yüz yüze görüşme tekniği kullanılarak toplanmıştır. Önceden hazırlanmış anket formları öğrencilerin fakültelerinde ve kantinlerinde kendilerine verilmiş ve

gerekli ön açıklama yapıldıktan sonra özgür iradeleri ile bu formları öğrencilerin doldurmaları istenmiştir.

Besin tüketim sıklığının değerlendirilmesinde,  $T=5T1+4T2+3T3+2T4+1T5$  formülünden yararlanılarak, puanlama sistemi kullanılmıştır [15]. Puanlamada her gün tüketilen yiyeceğin frekansı 5, günaşırı tüketilenlerin 4, haftada bir tüketilenlerin 3, 15 günde bir tüketilenlerin 2, ayda bir tüketilenlerin 1 ile çarpılarak, toplanmış ve her bir yiyecek için toplam puanlar bulunmuştur. Tüketim sıklıkları bakımından yiyecekleri birbirleriyle kıyaslayabilmek amacıyla, her bir besin için saptanan toplam puan ile bu besinin her gün tüketilmesi durumunda alacağı en yüksek toplam puan arasında yüzde orantı kurularak hesaplanmıştır. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi, Windows ortamında Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 13.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde, ortalama, standart sapma ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ ) ve yüzde (%) değerleri gösteren tablolar hazırlanmış ve ki-kare ( $\chi^2$ ) önemlilik testi kullanılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu bölümde, öğrenciler hakkında "genel bilgiler" başlığı altında öğrenciler ve ailelerin tanıtıcı bilgileri ile öğrencilerin süt ve fermente süt ürün tüketme durumlarına yönelik sonuçlar yer almaktadır.

### Öğrenciler ve Ailelerine İlişkin Genel Bilgiler

Üniversitede öğrenim gören öğrencilerin süt ve fermente süt ürünleri tüketim alışkanlıklarını saptamak için yürütülen bu çalışmaya katılan öğrencilerin %51.4'ü kız, %48.6'sı ise erkektir. Araştırma kapsamındaki öğrencilerin yarıya yakını (%41.2) 20-21 yaş grubu arasında olup bunu %28.9 oranı ile 22-23, %16.1 oranı ile 24 ve üzeri, %13.8 oranı ile de 18-19 yaş grupları arasında olanlar izlemektedir. Öğrencilerin %29.6'sı üçüncü, %25.7'si dördüncü, %24.8'i ikinci ve %19.9'u birinci sınıfta okumaktadır. Öğrencilerin ailesindeki ortalama birey sayısı 5.12±1.59 kişi olup, en fazla (%33.8) 5 kişiden oluşmaktadır. Öğrencilerin anne ve babalarının en yüksek oranlarda (sırasıyla %73.3, %44.7) ilköğretim mezunu olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin annelerinin en yüksek oranda (%86.5) ev hanımı olduğu görülürken, babalarının serbest meslek sahibi olduğu (%29.9) belirlenmiştir (Tablo 1).

### Öğrencilerin Süt ve Fermente Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıkları

Tablo 2'den de görüldüğü gibi, erkek ve kız öğrencilerin çoğu (sırasıyla %72.2, %75.0) süt içmeyi sevmektedir. Ayar ve Demirulus [7], yaptıkları çalışmalarında, erkek öğrencilerin %87.6'sının, kız öğrencilerin ise %79.2'sinin süt içmeyi sevdiği belirlenmiş olup, çalışma sonucuna yakın değerdedir. Durmaz ve arkadaşlarının [8], yüksekokul öğrencilerinin içme sütü tüketim alışkanlıklarına yönelik yaptıkları araştırmada, öğrencilerin %77.4'ünün süt içmeyi sevdiği fakat %94.9'unun düzenli olarak süt tüketmediği ortaya

çıkmıştır. Bu çalışmada da, öğrencilerin %73.6'sı süt içmeyi sevmekte olup, bu değer anılan çalışma sonucuya yakındır. Tarakçı ve arkadaşlarının [9], yaptıkları çalışmada, öğrencilere yöneltilen "süt içmeyi sever misiniz?" şeklindeki soruya, kız öğrencilerin cevabı %73.02 oranında, erkek öğrencilerin cevabı ise %81.65 oranında evet olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada, üniversite öğrencilerinin %78.96'sının süt içmeyi sevmesine rağmen yeterli süt tüketmediği belirlenmiştir. Çetinkaya [12], üniversite öğrencileri üzerinde yaptığı çalışmasında, öğrencilerin %33.0'ünün içme sütünü tükettiğini, %67.0'ünün ise tüketmediğini belirtmiştir. Bu çalışmada ise, süt tüketim oranı (%85.5) anılan çalışmalardan daha yüksek olup, bu durum sevindiricidir. Şimşek ve Açıkgöz [14], yaptıkları çalışmada, öğrencilerden süt içmeyi sevenlerin oranı %69.7, sütü düzenli olarak tüketenlerin oranı ise %34.2 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada, sütü düzenli olarak tüketenlerin oranı erkek öğrencilerde %21.3, kız öğrencilerde %21.6, toplamda da %21.4 olarak bulunmuş olup, düzenli süt tüketenlerin oranı Şimşek ve Açıkgöz'ün [13], çalışmasına göre biraz daha düşüktür. Yapılan başka bir çalışmada, düzenli süt tüketen öğrencilerin oranı %16.14, düzensiz süt tüketen öğrencilerin oranı ise %83.86 olarak bulunmuştur [9]. Üniversitede öğrenim gören öğrenciler üzerinde yapılan benzer bir çalışmada, öğrencilerin %71.33'ünün düzenli olarak süt tüketmedikleri, %28.67'sinin düzenli olarak süt tükettikleri görülmüş olup [16], çalışma sonucuyla benzerdir. Öğrencilere "sütü neden sevmedikleri" sorulduğunda, öğrencilerin yarıya yakınının (%47.6) tadından, %36.6'sı da kokusundan hoşlanmadıklarını belirtmişlerdir (Tablo 2). Tarakçı ve arkadaşlarının [9] yaptıkları çalışmada, öğrencilerin kokusundan dolayı süt içmek istemeyenlerin oranı %23.60, tadından dolayı tercih etmeyenlerin oranı %33.71, alerjik rahatsızlığı olanların oranı %13.48 ve diğer nedenlerden dolayı sütü sevmeyenlerin oranı ise %29.21 olarak bulunmuştur. Yapılan benzer bir araştırmada da, öğrencilerin sütü sevmeme nedenleri arasında sütün tadı (%38.6) ve kokusu (%37.6) ilk sıralarda yer almakta olup alerji ve benzeri nedenlerden dolayı içmek istemeyenlerin oranı ise %10.1'dir. Sütü sevmeme nedenleri ile cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık vardır ( $p<0.05$ ). Özellikle kız öğrenciler arasında sütün kokusunu (%41.9) ve tadını (%41.4) sevmeyenlerin oranı daha fazladır [13].

Tablo 2'den de görüldüğü gibi, sütü seven öğrenciler süt sevmeye nedeni olarak, besleyici olması (%38.9), tadının hoşuna gitmesi (%26.6), kalsiyum ihtiyacını karşılaması (%18.8), alışkanlığı olması (%10.5) ve sağlık problemleri (%5.2) şeklinde cevap vermişlerdir. Şimşek ve Açıkgöz [13], çalışmalarında, öğrencilerin %59.7'sinin besleyici özelliğinin olduğu, %25.3'ünün tadını sevdiği, %7.3'ünün alışkanlık kazandığı, %0.6'sının süt fiyatını ucuz bulması sebebiyle sütü tükettiklerini ifade ettikleri belirlenmiştir. Tarakçı ve arkadaşları [9], çalışmalarında, öğrencilerin %60.16'sının sütü besleyici olmasından dolayı, %6.78'inin alışkanlıktan dolayı, %4.07'sinin rahatsızlık nedeni ile ve %22.76'sının da öylesine tükettiklerini belirtmişlerdir.

Tablo 1. Ankete katılan öğrenciler hakkında genel bilgiler

	Erkek (n=151)		Kız (n=160)		Toplam (n=311)	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Yaş						
18-19	16	10.6	27	16.9	43	13.8
20-21	54	35.8	74	46.2	128	41.2
22-23	44	29.1	46	28.8	90	28.9
24 ve üzeri	37	24.5	13	8.1	50	16.1
Ortalama ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )	22.02±2.38		21.25±2.09		21.62±2.26	
Sınıf						
1	31	20.5	31	19.4	62	19.9
2	28	18.5	49	30.6	77	24.8
3	45	29.8	47	29.4	92	29.6
4	47	31.2	33	20.6	80	25.7
Birey Sayısı						
2	1	0.7	2	1.2	3	1.0
3	11	7.3	18	11.2	29	9.3
4	42	27.8	37	23.1	79	25.4
5	43	28.5	62	38.9	105	33.8
6 ve üstü	54	35.7	41	25.6	95	30.5
Ortalama ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )	5.23±1.63		5.01±1.54		5.12±1.59	
Anne Eğitim						
Okuryazar değil	7	4.6	8	5.0	15	4.8
İlköğretim	105	69.6	123	76.9	228	73.3
Lise	26	17.2	18	11.2	44	14.2
Lisans ve üstü	13	8.6	11	6.9	24	7.7
Baba Eğitim						
Okur yazar değil	2	1.3	1	0.6	3	1.0
İlköğretim	67	44.4	72	45.0	139	44.7
Lise	43	28.5	52	32.5	95	30.5
Lisans ve üstü	39	25.8	35	21.9	74	23.8
Anne meslek						
Ev hanımı	126	83.4	143	89.4	269	86.5
Memur	7	4.6	6	3.8	13	4.2
Serbest meslek	6	4.0	8	5.0	14	4.5
Emekli	12	8.0	3	1.8	15	4.8
Baba meslek						
İşsiz	1	0.7	1	0.6	2	0.6
İşçi	27	17.9	26	16.2	53	17.0
Memur	36	23.8	37	23.2	73	23.6
Serbest meslek	45	29.8	48	30.0	93	29.9
Emekli	42	27.8	48	30.0	90	28.9

Öğrencilerin her gün süt tüketim miktarı %20.5'tir (Tablo 2). Kız ve erkek öğrencilerin süt tüketim miktarları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ( $p=0.024$ ). Nitekim 15 günde bir süt tüketen kız öğrencilerin oranı %25.9 iken, erkek öğrencilerde bu oran %19.7'dir. Çetinkaya [12], yaptığı çalışmada, öğrencilere yöneltilen günlük ne kadar süt tüketiyorsunuz? şeklindeki soruya öğrencilerin %25'i bir bardak, %5'i iki bardak, %3'ü 3 bardak ve %67'sinin de hiç süt tüketmediği ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla öğrencilerin %33'ünün her gün süt içtiği belirlenmiş olup, çalışma değerinden biraz daha yüksektir. Öğrencilerin %28.9'u yatmadan önce, %25.9'u sabah, %20.3'ü öğün aralarında, %19.5'i akşam ve %5.3'ü de öğlenleri

tükettiklerini söylemişlerdir. Uzunöz ve Gülşen [16], yaptıkları çalışmada, öğrencilerin % 27'si sütü sabah, % 1.67'si öğlen, % 53.67'si akşam, % 17.66'sı da her zaman tükettiklerini ifade etmişlerdir. Yapılan benzer bir çalışmada, öğrencilerin %40.1'i sütü yatmadan önce tükettiği ve bunu akşam (% 25.3) ve öğün arasında (%17.7) süt tüketiminin takip ettiği görülmektedir. Sütü sabah kahvaltısında tüketenlerin oranı ise, sadece % 14.5 olmuştur. Kız öğrencilerin öğün arasında (%21.0) süt tüketimleri erkek öğrencilere (%12.9) göre daha fazladır [14]. Çalışmada öğün aralarında süt tüketen erkek ve kız öğrencilerin oranı sırasıyla %21.3, %19.4 olup, araştırma sonucuyla paraleldir.

Tablo 2. Öğrencilerin süt tüketim alışkanlıklarına göre dağılımları

	Erkek (n=151)		Kız (n=160)		Toplam (n=311)	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Süt içmeyi sevme durumu						
Sever	109	72.2	120	75.0	229	73.6
Sevmez	42	27.8	40	25.0	82	26.4
İstatistik	$\chi^2=0.317$ sd=1 p=0.573					
Cevabı "sevmez" ise nedeni	Erkek (n=42)		Kız (n=40)		Toplam (n=82)	
	Sayı	%	Sayı	Sayı	%	Sayı
Kokusu hoşuna gitmediği için	13	31.0	17	42.5	30	36.6
Tadı hoşuna gitmediği için	23	54.8	16	40.0	39	47.6
Alerji nedeniyle	1	2.4	3	7.5	4	4.9
Sindirim sistemi sorunları	5	11.6	4	10.0	9	11.0
Cevabı "sever" ise nedeni	Erkek (n=109)		Kız (n=120)		Toplam (n=229)	
	Sayı	%	Sayı	Sayı	%	Sayı
Tadı hoşuna gittiği için	28	25.7	33	27.5	61	26.6
Besleyici olması	42	38.5	47	39.2	89	38.9
Alışkanlığı olduğu için	12	11.0	12	10.0	24	10.5
Sağlık problemi nedeniyle	8	7.3	4	3.3	12	5.2
Kalsiyum ihtiyacını karşıladığı için	19	17.4	24	20.0	43	18.8
İstatistik	$\chi^2=2.082$ sd=4 p=0.721					
Süt tüketme durumu	Erkek (n=151)		Kız (n=160)		Toplam (n=311)	
	Sayı	%	Sayı	Sayı	%	Sayı
Tüketiyor	127	84.1	139	86.9	266	85.5
Tüketmiyor	24	15.9	21	13.1	45	14.5
İstatistik	$\chi^2=0.481$ sd=1 p=0.488					
Süt tüketiminin düzenli olma durumu	Erkek (n=127)		Kız (n=139)		Toplam (n=266)	
	Sayı	%	Sayı	Sayı	%	Sayı
Düzenli	27	21.3	30	21.6	57	21.4
Düzensiz	100	78.7	109	78.4	209	78.6
İstatistik	$\chi^2=0.004$ sd=1 p=0.949					
Süt tüketim miktarı						
Günde 3-4 su bardağı	3	2.4	0	0	3	1.0
Günde 1-2 su bardağı	24	18.9	28	20.1	52	19.5
Haftada 3-4 su bardağı	35	27.6	20	14.4	55	20.7
Haftada 1-2 su bardağı	40	31.5	55	39.6	95	35.7
15 günde bir	25	19.7	36	25.9	61	22.9
İstatistik	$\chi^2=11.232$ sd=4 p=0.024					
Sütün en çok tüketildiği öğün						
Sabah	31	24.4	38	27.3	69	25.9
Öğle	5	3.9	9	6.5	14	5.3
Akşam	23	18.1	29	20.9	52	19.5
Yatmadan önce	41	32.3	36	25.9	77	28.9
Öğün aralarında	27	21.3	27	19.4	54	20.3
İstatistik	$\chi^2=2.333$ sd=4 p=0.675					

Öğrencilere "sütün besleyiciliği hakkında ne biliyorsunuz?" diye sorulduğunda, öğrencilerin yarısından fazlasının (%52.1) kalsiyum kaynağı ve kemik-dış gelişimi için gerekli cevabını verdikleri belirlenmiştir (Tablo 3). Süt ve süt ürünleri özellikle kalsiyum ve fosfor başta olmak üzere bazı önemli mineraller, protein ve riboflavin gibi bazı B grubu vitaminlerin kaynağı olması nedeniyle halk sağlığı açısından önemli bir besin grubudur [17]. Kalsiyum ve fosforun kaynağı olan süt, özellikle kemik ve dişlerin oluşumu, gelişmesi, sağlıklı yapısının korunması, kalp, sinir ve kas hücreleri için de gereklidir [18]. Üniversite öğrencileri üzerinde yapılan benzer bir çalışmada, "Sütün besleyiciliği hakkında ne biliyorsunuz?" sorusuna, öğrencilerin %19.11'i süt protein içerir, %3.86'sı şeker içerir, %9.85'i yağ içerir,

%16.02'si vitamin içerir, %8.30'u enerji sağlar, %2.32'si bağışıklık kazandırır %35.33'ü hepsini sağlar şeklinde cevap verdikleri görülmüştür [9].

Kız öğrencilerin %31.2'sinin, erkek öğrencilerin de %19.2'sinin fermente süt ürünlerini bildikleri ve aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu (p=0.015) görülmüştür. En fazla bilinen fermente süt ürünü yoğurt (%35.0) olup, bunu sırasıyla peynir (%25.5), kefir (20.0), ayran (%10.0), kıymız (%7.0), tereyağı (%5.0) ve dondurma (%2.5) izlemektedir (Tablo 3). Ülkemizde fermente süt ürünleri içerisinde en çok tüketilenlerden bazıları; yoğurt, peynir, ayran, tereyağı, kefir ve kıymızdır [6].

Tablo 3. Öğrencilerin süt ve fermente süt ürünleri hakkındaki bilgilerine göre dağılımları

Sütün besleyiciliği hakkında bildikleri	Erkek (n=151)		Kız (n=160)		Toplam (n=311)	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Cevap yok	50	33.1	48	30.0	98	31.5
Kalsiyum kaynağı ve kemik-diş gelişimi için gerekli	75	49.7	87	54.4	162	52.1
Mineral ve vitamin içerir	13	8.6	9	5.6	22	7.1
Büyüme ve gelişme için gerekli	2	1.3	10	6.2	12	3.9
Hastalıklardan korur, vücuda direnç verir	11	7.3	6	3.8	17	5.5
İstatistik			$\chi^2=8.207$ sd=4		p=0.084	
Fermente süt ürünlerini bilme durumları						
Evet biliyor	29	19.2	50	31.2	79	25.4
Hayır bilmiyor	122	80.8	110	68.8	232	74.6
İstatistik			$\chi^2=5.947$ sd=1		p=0.015	
Bilinen fermente süt ürünleri	Erkek (n=78)*		Kız (n=132)*		Toplam (n=200)*	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Yoğurt	26	33.3	44	33.3	70	35.0
Kefir	18	23.1	22	16.7	40	20.0
Kıymız	2	2.6	12	9.1	14	7.0
Peynir	20	25.6	31	23.5	51	25.5
Ayrarı	6	7.7	14	10.6	20	10.0
Tereyağı	4	5.1	6	4.5	10	5.0
Dondurma	2	2.6	3	2.3	5	2.5

\*Birden fazla seçenek işaretlendiği için "n" değeri farklılık göstermektedir.

Hayvansal kaynaklı gıdalar arasında en önemlisi olan süt ve ürünleri, içerdikleri yararlı besin öğeleri nedeniyle toplumun beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Sütte bulunan bu önemli besin maddeleri, eksiksiz hatta daha da zenginleştirilmiş olarak yoğurta ve dondurmada da bulunmaktadır. Peynir ve tereyağı da, yağ, protein, mineral madde ve vitaminler bakımından zengin bir kaynaktır. Aynı zamanda tereyağı, diğer hayvansal yağlarla kıyaslandığında en düşük kolesterol oranına sahiptir [14]. Tablo 4'den de görüldüğü gibi, öğrencilerin süt ve fermente süt ürünlerinden çeşitli besinleri her gün tüketme durumuna göre aldıkları yüzde tüketim puanları; beyaz peynirde 88.55, yoğurta 74.41, ayranı 69.65 ve kaşar peynirinde 51.38 olarak bulunmuştur. Her gün en fazla tüketilen besinlerin beyaz peynir (%71.1) olduğu görülmektedir. Öğrencilerin çoğunluğu, ayranı (%39.5), kaşar peynirini (%32.8), yoğurdu (%32.2), evde yapılan sütlü tatlıları (%29.6), tereyağını (%25.7) ve krem peyniri (%24.4) haftada bir kez en fazla oranda tüketmektedir (Tablo 4). Şimşek ve Açıkgöz'ün [14], yaptıkları çalışmada, öğrencilerin %93.3'ünün ayranı sevdiği ortaya konulmuştur. Öğrenciler ayranı bazı yemeklerle (%39.0), her zaman (%24.0), öğle yemeğiyle (%22.3) içmeyi tercih ettiklerini ifade etmişlerdir. Çalışmada, öğrencilerin çoğunluğunun ayranı (%39.5) haftada bir kez en fazla oranda tükettiği görülmekte olup, bunu %25.1 oranı ile gınaşırı, %22.5 oranı ile her gün, %6.4 oranı ile 15 günde bir, % 3.9 oranı ile de ayda bir tüketenler izlemektedir. Yoğurt ve benzeri fermente süt ürünleri, sindirilebilirlikleri yüksek, zararlı mikroorganizmaların gelişmesine engel olan bağırsak mikroflorasını koruma ve düzeltme özelliğine sahip antitümör, antikanseröjenik ve antikolesterol özellikler gösteren starter kültürleri içeren ve laktoza duyarlılığı olan kişilerce güvenli bir şekilde tüketilebilen gıda ürünleridir [19, 20]. Bu çalışmada ise, öğrencilerin ayranı daha azının (%31.2) her gün yoğurt tükettiği görülmektedir. Yapılan bir çalışmada, öğrencilerin süt ve

süt ürünlerinde %46.9'unun peynir, %15.9'unun tereyağı, %32'sinin yoğurt, %1.5'inin süttozu, %2'sinin meyveli yoğurt ve %1.6'sının meyveli sütü tercih etkileri belirlenmiştir [12]. Öğrencilerin hiç tüketmiyorum yanıtını verdiği süt ve fermente süt ürünleri arasında kefir (%76.8) ilk sırada yer almakta olup, probiyotikli süt ve ürünleri (%67.8), meyveli yoğurt (%47.6) ve özel peynirler (%42.1) bunu izlemektedir (Tablo 4). Yapılan bir çalışmada öğrencilerin %77.4'ünün kremayı, %62.1'inin kaymağı, %45.5'inin yemeklik tereyağını, %25.3'ünün ise kahvaltılık tereyağını hiç tüketmedikleri belirlenmiştir [14]. Yabancı ve Şimşek [21], yaptıkları çalışmada, probiyotik ürün tüketen öğrencilerin, bu ürünleri tüketme alışkanlıkları incelendiğinde, öğrencilerin %24.4'ünün günde 1 kez, %23.3'ünün haftada 1 kez, %20.9'unun nadiren, %19.8'inin günde 2-3 kez, %11.6'sının da ayda 1-3 kez tükettikleri görülmüştür. Probiyotik ürün, vücut için yararlı mikroorganizma ilave edilmiş gıdalara verilen addır [22].

Probiyotik tüketimi, immün sistemin uyarılması ve regülasyonu, enfeksiyonları önleme ve tedavi etme, inflamatuvar barsak hastalıklarının tedavisi ve atakların önlenmesi, laktoz intoleransının önlenmesi, kan kolesterolünün düşürülmesi, kanser oluşumunun azaltılması, çocuklarda alerjik reaksiyonların ortaya çıkmasını geciktirmesi, kadınlarda vajinal ve üriner sistem enfeksiyonlarının tedavi ve önlenmesinde yararlıdır [23]. Çalışmada, her gün probiyotikli süt ve ürünlerini tüketen öğrencilerin oranı %2.6 olup, oldukça düşüktür. Gıdaların besin değerlerinin yanı sıra bazı hastalıkların tedavisinde de kullanılmaları Tıp dünyasında ve insan sağlığında gittikçe artan bir önem kazanmaktadır. Bu gıdaların arasında fermente süt ürünü olarak tanımlanan "kefir" in de önemli bir yeri vardır [24].

Tablo 4. Öğrencilerin süt ve fermente süt ürünleri tüketim sıklıklarına göre dağılımları

Süt ve fermente süt ürünleri	Her gün		Günaşırı		Haftada 1 kez		15 günde bir		Ayda bir		Tüketmiyor		Toplam Puan	Toplam Puan Yüzdesi
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%		
Beyaz peynir	221	71.1	36	11.6	38	12.2	6	1.9	2	0.6	8	2.6	1377	88.55
Kaşar peyniri	30	9.6	44	14.1	102	32.8	51	16.4	65	20.9	19	6.1	799	51.38
Krem peynir	24	7.7	26	8.4	76	24.4	55	17.7	67	21.5	63	20.3	629	40.45
Tulum peyniri	15	4.8	15	4.8	35	11.3	36	11.6	98	31.5	112	36.0	410	26.37
Özel peynirler	7	2.3	8	2.6	34	10.9	37	11.9	94	30.2	131	42.1	337	21.67
Yoğurt	97	31.2	81	26.0	100	32.2	21	6.8	6	1.9	6	1.9	1157	74.41
Ayran	70	22.5	78	25.1	123	39.5	20	6.4	12	3.9	8	2.6	1083	69.65
Meyveli yoğurt	12	3.9	15	4.8	32	10.3	41	13.2	63	20.3	148	47.6	361	23.22
Tereyağı	57	18.3	39	12.5	80	25.7	51	16.4	56	18.0	28	9.0	839	53.95
Kaymak	15	4.8	13	4.2	56	18.0	39	12.5	91	29.3	97	31.2	484	29.84
Evde yapılan sütü tatlılar	17	5.5	27	8.7	92	29.6	72	23.2	85	27.3	18	5.8	698	44.89
Hazır sütü tatlılar	7	2.3	21	6.8	55	17.7	47	15.1	93	29.9	88	28.3	471	30.29
Kefir	3	1.0	5	1.6	16	5.1	12	3.9	36	11.6	239	76.8	143	9.20
Probiyotik süt ve ürünleri	8	2.6	5	1.6	20	6.4	21	6.8	46	14.8	211	67.8	178	11.45

Kefir, kefir daneleri içinde bulunan bakteri ve mayaların faaliyeti ile oluşan fermente bir süt ürünüdür. Uçucu yağ asitleri, karbondioksit, etil alkol gibi fermantasyon ürünlerini içeren kefir, koyu kıvamlı ve kendine özgü ferahlatıcı maya tadıyla karakterize edilmektedir [25]. Kefirin diğer ekşi süt ürünlerinde olduğu gibi insan sağlığı ve beslenme fizyolojisindeki önemi kanıtlanmıştır. Kefir süttten yapıldığı için, süt içindeki yağ, laktoz, mineral maddeler ve vitaminler gibi besin maddelerinin tümünü yapısında bulundurmaktadır. Kefirin besleyici değeri, yoğurt gibidir. Mayalanma sırasında içersinde çoğalan yararlı bakteri ve mayalar, vücuda giren zararlı mikropların etkisini azaltabilmektedir. Özellikle bağırsak enfeksiyonlarında yararlıdır [26]. Son yıllarda özellikle yoğurt, kefir ve diğer probiyotik süt ürünlerinin tüketimi birçok ülkede hızla artmaya başlamış olmasına rağmen [1], çalışmada, öğrencilerin çoğunluğunun (sırasıyla %76.8, %67.8) besleyici değeri olan kefir ve probiyotikli süt ürünlerini hiç tüketmemeleri üzücüdür.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Besinsel olarak mükemmel bir gıda olan sütü düzenli olarak tüketenlerin oranı erkek öğrencilerde %21.3, kız öğrencilerde %21.6, toplamda da %21.4 olarak bulunmuş olup, oldukça azdır. Her gün en fazla tüketilen süt ürününün beyaz peynir (%71.1) olduğu görülmektedir. Günümüzde dünyanın birçok yerinde fermente süt ürünleri değerli besin kaynakları olarak tüketilmekte ve bu ürünler ayrıca sağlığa yararlı etkileri olan gıdalar olarak kabul edilmelerine rağmen, kız öğrencilerin %31.2'si, erkek öğrencilerin de %19.2'si fermente süt ürünlerini bilmemektedir ( $p<0.05$ ). En fazla bilinen fermente süt ürünü yoğurt (%35.0) olup, bunu sırasıyla peynir (%25.5), kefir (20.0), ayran (%10.0), kımız (%7.0), tereyağı (%5.0) ve dondurma (%2.5) izlemektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda, öğrencilerin beslenmesinde vazgeçilmez gıdalardan biri olan içme sütü tüketimini teşvik için faaliyetler düzenlenmesi gerektiği düşünülebilir. Süt ürünlerinin beslenme ve sağlık açısından önemleri etkin reklam ve propaganda çalışmaları ile toplum fertlerine anlatılmalı ve bilgilendirme çalışmaları devam ettirilmelidir. Sağlığa yararlı etkileri nedeniyle, bebek ve çocuklar da dahil olmak üzere herkese önerilebilecek olan fermente süt ürünlerinin önemi vurgulanmalı ve halk bu konuda bilgilendirilmelidir.

## KAYNAKLAR

- [1] Yılmaz, L., 2006. Yoğurt Benzeri Fermente Süt Ürünleri Üretiminde Farklı Probiyotik Kültür Kombinasyonlarının Kullanımı. Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- [2] Özcan, T., Erbil, F., Kurdal, E., 1998. Sütün İnsan Beslenmesindeki Önemi. İçme Sütü Sempozyumu, Tekirdağ.
- [3] Altun, B., Besler, T., Ünal, S., 2002. Ankara'da satılan sütlerin değerlendirilmesi. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi* 11(2): 51-55.

- [4] Hocalar, B., Kemalioğlu, K., Dokuzoğuz, F., 2004. Geleneksel Bir Süt Ürünü: Torba Yoğurdu. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu. S: 50-53.
- [5] Kayaardı, S., Gürsoy, O., 1997. Yoğurt ve yoğurt benzeri fermente süt ürünlerinin beslenmedeki önemi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, V. Halk Sağlığı Günleri Beslenme Sorunları ve Yasal Durum Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Isparta.
- [6] Taşkın, B., 2011. Bazı Fermente Süt Ürünlerinin Antioksidan Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa.
- [7] Ayar, A., Demirulus, H., 2000. Eğitim çağındaki gençlerin süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Gıda* 25(5): 371-376.
- [8] Durmaz, H., Sağun, E., Tarakçı, Z., 2002. Yükseköğretim öğrencilerinin içme sütü tüketim alışkanlıkları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 13(1-2): 69-73.
- [9] Tarakçı, Z., Selçuk, Ş., Şahin, K., Coşkun, H., 2002. Üniversite öğrencilerinin içme sütü tüketim alışkanlıkları üzerine bir araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 13(1): 15-21.
- [10] Şimşek, O., Çetin, C., Bilgin, B., 2005. İstanbul ilinde içme sütü tüketim alışkanlıkları ve bu alışkanlıkları etkileyen faktörlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 2(1): 23-35.
- [11] Bıyıklı Toptaş, E., 2011. Konya İli 10-15 Yaş Aralığındaki İlköğretim Öğrencilerinde Süt ve Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlığı, Laktoz Sindirim Güçlüğü ve İntoleransı Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- [12] Çetinkaya, A., 2010. Kafkas üniversitesi öğrencilerinin içme sütü ve süt ürünlerini tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi* 5(2): 73-84.
- [13] Şimşek, B., Açıkgöz, İ., 2011. Süleyman Demirel Üniversitesi öğrencilerinin içme sütü tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 21(1): 12-18.
- [14] Şimşek, B., Açıkgöz, İ., 2011. Üniversite öğrencilerinin süt ürünleri tüketim alışkanlıklarının değerlendirilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 1(2): 57-62.
- [15] Aktaş, N., 1979. Hollanda'daki Türk İşçi Ailelerinin Beslenme Alışkanlıklarını Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ev Ekonomisi Kürsüsü, Ankara.
- [16] Uzunöz, M., Gülşen, M., 2007. Üniversite öğrencilerinin süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* (3): 15-21.
- [17] Ünal, R., Besler, T., 2008. Beslenmede Sütün Önemi. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara.
- [18] Atasever M., 2003. Spor ve Beslenme. Milli Eğitim Bakanlığı Ders Kitapları Dizisi, Ankara.
- [19] Akyüz, N., Coşkun, H., 1995. Meyveli yoğurt üretimi. III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, MPM Yayınları Yayın No:548, 285-293, Ankara
- [20] Gün, Ö., 2002. Probiyotik ve Yoğurt Bakterileri ile Üretilen Yoğurtlarda Kurumadde, Yağ ve Depolama Süresinin Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- [21] Yabancı, N., Şimşek, İ., 2007. Üniversite öğrencilerinin probiyotik ürün tüketim durumları. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni* 6(6): 449-454.
- [22] Roberfroid, M.B., 2000. Prebiotics and probiotics are they functional foods? *American J. Clin. Nutr.* 71: 1682-1687.
- [23] Önay, D., 2007. Probiyotikler. *Akademik Gıda* 5(25): 15-16.
- [24] Birer, S., 1998. Kefir'in Yapılışı ve Besin Yönünden İncelenmesi. Türk Mutfak Kültürü Üzerine Araştırmalar. Türk Halk Kültürünü Araştırma ve Tanıtma Vakfı Yayın No: 22, Ankara.
- [25] Beshkova, D.M., Simova, E.D., Simov, Z.I., Frengova, G.I., Spasov, Z.N., 2002. Pure cultures of making kefir. *Food Microbiology* 19: 537-544.
- [26] Önay, D., Akman, M., 2007. Kefir ve beslenme açısından önemi. *Akademik Gıda* 5(27): 29-33.

## Üniversite Öğrencileri Arasında Günlük İyot Alımı ve Bilinci

Şule Azak, Tefvik Tüzün

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

Geliş Tarihi (Received): 10.09.2012, Kabul Tarihi (Accepted): 07.12.2012

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [sule\\_azak@hotmail.com](mailto:sule_azak@hotmail.com) (Ş. Azak)

☎ 0 232 311 30 11 📠 0 232 342 75 95

### ÖZET

İyot, insan beyni ve vücudunun normal gelişimi ve düzenli çalışması için gerekli olan bir elementtir. İnsan vücudu için yararlı olan bu elementin eksikliğinin ya da fazlalığının sağlık açısından oldukça ciddi tehlikeler oluşturduğu yapılan literatür çalışmaları sırasında edinilen bulgularla da desteklenmiştir. Yetersiz iyot alımı sonucunda, bebeklerde, beyin ve vücut gelişimi normal olarak gerçekleşmemektedir. Ne yazık ki, günümüzde, dünya üzerinde 2 milyardan fazla insan iyot gereksinimini karşılayamamaktadır. Bu çalışmada, insan sağlığı ve gelişimi için önemli olan iyot hakkında, üniversite öğrencilerinin bilincinin araştırılması, esas amaç edinilmiştir. Araştırma için, anket formu hazırlanmış ve Ege Üniversitesi'nin 11 farklı fakültesinde öğrenim gören toplam 379 öğrenciye uygulanmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, üniversite öğrencilerinin iyot hakkındaki bilgi birikimlerini, sadece, almış oldukları eğitim kurumlarından edindikleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca, bilgi düzeylerinin yeterli düzeyde olmamasından dolayı, sorulan pek çok soruya da kararsız kaldıkları anlaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İyot, Bilinç, Üniversite öğrencileri

### Daily Iodine Intake and Awareness among University Students

### ABSTRACT

Iodine is an element required for the normal development and regular work of human body and brain. Scientific studies have revealed that the deficiency or excess of this element may lead to very serious detrimental effects on human health. Insufficient iodine intake may result in anomalies in the development of infant brain and body. Unfortunately, more than 2 billion people around the world cannot take necessary quantity of iodine. The main aim of the study is to investigate the awareness of the students about iodine intake. The questionnaire form was prepared and applied to 379 students of 11 different faculties at Ege University. Results indicated that they learned about iodine only in the public educational institutions. Moreover, since students had the lack of adequate levels of information on iodine, it was observed that students stated 'undecided' for many questions asked.

**Key Words:** Iodine, Awareness, University students

### GİRİŞ

İyot, insan yaşamı için gerekli olan bir maddedir. İyot başlıca topraktan su ve havada bulunan bir eser elementtir. Toprakta yağmurla ırmaklara ve denizlere taşınır. Toprakta bölgelere göre değişmek üzere 50–500 µg/kg civarında bulunur. Et, süt, yumurta ve tahıllardaki iyot miktarı bölgenin iyot düzeyine ve

mevsimlere göre değişebilmektedir. Deniz ürünlerinde ise iyot 800 µg/kg civarındadır [1].

Tiroit bezinin normal çalışması için insan vücudunun iyoda ihtiyacı vardır. Vücut yeterli miktarda iyot alamadığı zaman, tiroit bezi büyümeye başlar ve şişer. Bazen biz bu guatrı görebiliriz, fakat İyot Eksiklikleri Hastalıklarının (Iodine Deficiency Disorders-IDD) %90'ı



gizlidir. Tiroit hormonları, beynin ve merkezi sinir sisteminin büyüme ve gelişmesinde önemli rol oynarlar. Bu hormonlar metabolik hızı düzenler ve beyin dahil bütün vücutta büyüme ve gelişmeyi sağlarlar. İnsan beyininin gelişimi gebeliğin erken dönemlerinden başlayıp 3-4 yaşına kadar devam eder (Tablo 1). Bu nedenle anne adaylarındaki iyot eksikliği son derece önemlidir. Çünkü, gelişen fetus ve bebeğin ilk yıllarda yeterince iyot alamaması, zeka geriliğinden kretenizme kadar çeşitli hastalıklara neden olabilir. Güvenli olarak günlük iyot alımının 50 µg ve 1000 µg arasında olduğu tahmin edilmektedir. Genellikle

yetişkinler için kabul gören ve arzu edilen günlük iyot alım miktarı 100-300 µg'dır [2]. Dünya Sağlık Örgütü ise, tüm iyot içeren kaynaklardan alınacak günlük tolere edilebilir iyot miktarı maksimum 1000 µg/gün olarak önermiştir. Bu değer, 17 µg/kg vücut ağırlığına denk gelmektedir [3]. Uzun süre iyot eksikliği çekmiş ülkelerde, tiroit hormonlarının çok çalışması sonucu oluşan hipertiroid vakalarıyla karşılaşmamak için günlük iyot alımı 500 µg'ı geçmemelidir. 1996 yılında, Dünya Sağlık Örgütü, UNICEF ve ICCIDD, Tablo 1'de görülen günlük iyot alım miktarlarını önermiştir [4].

Tablo 1. WHO, UNICEF ve ICCIDD tarafından önerilen günlük iyot alım miktarı

Toplumun alt grupları	Toplam iyot alımı (µg/gün)	İyot µg/kg/gün	Güvenli üst sınırlar µg/kg/gün
Bebekler (ilk 12 ay)	90	15	140
Çocuklar (1-6 yaş)	90	6	50
Okul çağındaki çocuklar (7-12 yaş)	120	4	50
Yetişkinler (12 yaş üstü)	150	2	30
Hamile ve emzikli kadınlar	200	3.5	40

Kaynak: European Commission Scientific Committee on Food, 2002

Birleşmiş Milletler Çocuk Fonu – Dünya Sağlık Örgütü (UNICEF-WHO) Sağlık Politikası Birleşik Komitesi tarafından [5] iyot eksikliği hastalıklarının toplumsal bir sağlık sorunu olduğu, tüm ülkelerde, gıda ürünleri işletmelerinde kullanılan tuz da dahil olmak üzere, insan ve hayvan beslenmesinde kullanılan tüm tuzların iyotlanmasının gerektiği beyan edilmiştir. İyot Eksikliği Hastalıkları'nın önemli bir toplum sağlığı sorunu olarak ortaya çıktığı durumlarda, ağızdan ya da enjeksiyonla alınacak olan iyot takviyeleri geçici bir çözüm olarak tavsiye edilmektedir. İyot eksikliği görülen bölgelerdeki topluluğa uygulanan zeka (IQ) testlerinde, bu bireylerin yeterli iyot alanlara kıyasla 10 ila 15 puan daha geride oldukları tespit edilmiştir [6].

Türkiye, iyot eksikliği hastalıklarını ortadan kaldırmak amacıyla, Evrensel İyotlu Tuz (USI) programını, 1994 yılından beri UNICEF'in de katkıları ve desteğiyle sürdürmektedir. Türkiye'deki iyot eksikliğine ilişkin olarak yapılan bazı çalışmalar şu şekilde özetlenebilir; i) İyot eksikliğine ilişkin ilk veriler, 1948 yılında Altay ve Onat tarafından üç bölge için belirlenmiştir. ii) 1960'da Koloğlu ve arkadaşları tarafından Ankara Üniversitesi, Endokrinoloji ve metabolizma Bölümünde yapılan çalışmada, Karadeniz Bölgesindeki su ve gıdalarda iyot değerlerinin düşük olduğu rapor edilmiştir. Önceki çalışmaların aksine, günlük karalâhana tüketiminin önemsiz düzeyde bir guatrojen olduğu saptanmıştır. iii) Aynı fakülteden Türkan Sungur ve arkadaşları tarafından, Türkiye'deki içme sularının, düşük iyot konsantrasyonuna sahip oldukları belirtilmiştir. iv) Daha sonra, İstanbul Üniversitesi'nden Urgancıoğlu ve Hatemi de Türkiye'nin farklı bölgelerinden topladıkları içme sularında yaptıkları analizlerde, iyot konsantrasyonlarının düşük olduğu sonucuna varmışlardır. v) Bu çalışmalardan sonra, 1980'de, ülke çapında başlatılan ve 8 yıl süren ve 73757 kişi üzerinde yapılan endemik guatr tetkikleri sonucu guatr prevalansı %30.5 olarak hesaplanmıştır. vi) 1995'de Sağlık Bakanlığı, Anne ve Çocuk Sağlığı ve Aile Planlaması Genel Müdürlüğü ve Hacettepe Üniversitesi, Beslenme

ve Diyet Bölümü, tarafından bir proje yürütülmüştür. Her bölgeden 6-12 yaşlarında 400 çocuk alınarak, palpasyon yöntemiyle 15 bölgede yapılan tiroit testlerinde bulunan guatr prevalansı %30.3 olmuştur. En yüksek guatr oranına sahip iller ise: Trabzon (%68.5), Malatya (%46.5), Bayburt (%44.3) ve Kastamonu (%35.3) olarak saptanmıştır.

İyot hakkında yapılan araştırmalarda, anket çalışmasına pek rastlanmamış olup, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyoloji Bölümü tarafından 2002 yılında yapılan bir çalışmada "Türkiye'de İyotlu Tuz Kullanımı" üzerine, ev sakinlerine sorulan, iyodun ne işe yaradığına ilişkin soruya verilen cevaplar kısaca şu şekilde özetlenmiştir; Ankete yanıt veren 10575 kişinin %66.3'ü iyodun ne işe yaradığını bilmediklerini, %26.6'sı guatrı engellediğini, %4.9'u ise sağlık için gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

## MATERYAL ve METOT

Bu çalışma 2011 eğitim öğretim yılında, Ege Üniversitesi bünyesindeki 11 fakültede öğrenim gören üniversite öğrencilerine uygulanmıştır. Araştırma için gerekli ana kitle miktarı, Ege Üniversitesi bünyesinde mevcut 11 fakültenin öğrenci işleri bürolarından elde edilmiştir (Tablo 2). Örnek öğrenci sayısı oransal örnek hacmi formülü ile belirlenmiştir. %95 güven aralığı ve %5 hata payı ile örnek hacmi 379 olarak bulunmuştur. Maksimum örnek hacmine ulaşmak için iyot hakkında bilgi sahibi olan öğrencilerin oranı %50 olarak alınmıştır. Araştırmada örnekleme yöntemi olarak olasılıklı olmayan örnekleme yöntemlerinden biri olan, kota örnekleme uygulanmış, kotalar kitlenin, fakülte ve bölüm öğrenci sayılarına göre belirlenmiş, toplam 379 anketin dağılımı, yukarıda belirtilen tabloda ayrı ayrı gösterilmiştir.

Ankette toplam 16 soru bulunmaktadır. 1-10. sorular olgusal sorulardan oluşmakta, öğrencilerinin iyot alımı, iyot kaynakları ve iyot hakkındaki bilgi düzeylerini saptamak amacıyla hazırlanmıştır. 11-16. sorular,

katılımcıların demografik özelliklerini içeren sorulardan oluşmaktadır. Anket sonucu elde edilen verilerin analizi SPSS 18.0 paket programı ile yapılmıştır. İlk olarak, veri setine ait tanımlayıcı istatistikler bulunmuştur. Ardından,

uygun görülen sorular için hipotezler kurulmuş, analiz sonuçları değerlendirilirken %95 güven aralığında "α" katsayısı "0.05" olarak alınmıştır.

Tablo 2. 2010-2011 Eğitim öğretim yılı öğrenci sayıları ve örnek hacmi (18 Şubat 2011 tarihi itibarıyla)

Fakülteler	Kayıtlı Öğrenci Sayısı	%	Anket Sayısı	%
Tıp Fakültesi	1905	7.40	8	7.38
Diş Hekimliği Fakültesi	774	3.00	12	3.16
Eczacılık Fakültesi	678	2.64	10	2.63
Fen Fakültesi (I.ve II. Öğretim)	5546	21.54	81	21.63
Mühendislik Fakültesi	4167	16.19	62	16.34
Ziraat Fakültesi	2004	7.79	30	7.90
Edebiyat Fakültesi	3993	15.50	58	15.55
İletişim Fakültesi	1405	5.46	21	5.54
Su Ürünleri Fakültesi (I.ve II. Öğretim)	1291	5.01	19	5.00
İktisadi ve İdari Bilim. Fakültesi (I. ve II. Öğr.)	2749	10.67	40	10.80
Eğitim Fakültesi	1235	4.80	18	4.07
Fakülteler Toplamı	25747	100.00	379	100.00

Kaynak: Ege Üniversitesindeki fakültelerin öğrenci işleri büroları

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Yaşları ortalama  $21.43 \pm 1.839$  olan toplam 379 üniversite öğrencisi, anketi yanıtlamıştır. Öğrencilerin %59.8'i kız %40.2'si erkek olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin %98.2 gibi önemli bir bölümü bekar, %85.6'sı herhangi bir işte çalışmamaktadır ve ancak %25.4'nün aylık gelirleri ortalama geçim standardının üstündedir. Öğrencilerin büyük bir bölümü (%40.1) yurttadır. Öğrencilerin üniversite de okuma nedenleri sorulduğunda, ilk olarak, daha iyi bir iş sahibi olabilmek, ikinci sırada ise, bilgi düzeylerini arttırmak, üçüncü sırada ise, sosyal çevrelerini geliştirmek için üniversiteye girdiklerini belirtmişlerdir.

Anket sonuçları değerlendirildiğinde, öğrencilerin "İyot nedir biliyor musunuz?" sorusuna %66'sı evet yanıtı verirken, %44'ü hayır cevabını vermiştir. Evet cevabını veren öğrencilerin %70'i iyot için oldukça anlamlı tanımlar yapmışlar, insan vücudu için gerekli, eksikliğinde bazı rahatsızlara neden olan, bir element veya mineral olduğunu, %20'si tuzda bulunan, tuza katılan bir element veya mineral olduğunu belirtmişler, öğrencilerin %10'nu ise, iyot hakkında herhangi bir bilgiye sahip olmadıklarını belirtmişlerdir.

Öğrencilerin %91.1'i gibi önemli bir kısmının günlük kişi başı iyot ihtiyacı hakkında herhangi bir bilgiye sahip olmadığı, günlük iyot ihtiyacı konusunda bilgi sahibi olan sadece 379 öğrenciden 3 öğrenci olduğu anlaşılmıştır.

İyot ihtiyacının karşılandığı besinler hakkında bilgi sahibi olduklarını belirten öğrenciler %62.3 iken, herhangi bir bilgisi olmayan öğrenciler ise %37.7'dir.

İyot bakımından zengin besinlerden biri olan ve ayrıca öğrencilerin kolaylıkla temin edebilecekleri süt tüketimi hakkında sorulan sorulara öğrencilerin verdiği yanıtlar şu şekildedir; Öğrencilerin %19.2'si hiç süt içmediklerini, %51.3'ü ara sıra bir bardak süt içtiklerini, %18.7'si her gün bir bardak süt içtiğini, %7.1'i ise günde bir bardaktan çok süt içtiklerini belirtmişlerdir.

Ayrıca devletin iyot ihtiyacını karşılamak için kullandığı yöntem olan tuzun iyotlanması ile piyasada satılan iyotlu tuzu tüketen öğrenciler, ankete cevap veren 378 öğrencinin %92.7'sidir.

İyot yetersizliği hakkında oluşabilecek hastalıklar konusunda öğrencilerin bilinç düzeyi araştırıldığında, ankete cevap veren 377 öğrencinin %56.8'i hastalıklar hakkında bilgi sahibi olduklarını belirtirken %32.5 'i bu hastalıkların başında guatr geldiğini, belirtmişlerdir.

Öğrencilere herhangi bir iyot eksikliği hastalığı (guatr, troid, v.b.) olup olmadığı sorulduğunda, %96.1'i hayır cevabını vermiştir. Bazı troid rahatsızlıkları olduğunu söyleyen 15 öğrenciden 5'i ise iyotsuz tuz kullandıklarını belirtmişlerdir.

Guatr hastalığının en çok rastlandığı illerden, memleketi Kastamonu, Malatya ve Trabzon olan 14 üniversite öğrencisinin hiçbirinde iyot yetersizliği rahatsızlığı bulunmamaktadır.

İyot konusunda herhangi bir kurum veya kuruluşun bilgi sahibi olan öğrenciler, ankete yanıt veren öğrencilerin %9.2'si olup, bu bilgiyi eğitim aldıkları okullardan öğrendiklerini belirtmişlerdir.

İyot bilincini ölçmek üzere öğrencilere 5'li Likert ölçeği ile sorular yöneltilmiş, bu sorulara verdikleri yanıtlar (5) kesinlikle katılıyorum, (4) katılıyorum, (3) ne katılıyorum ne katılmıyorum, (2) katılmıyorum, (1) kesinlikle katılmıyorum olacak şekilde kodlanmıştır. Öğrencilerin bu sorulara verdikleri yanıtlar ise şu şekilde belirtilmiştir.

"Her coğrafi bölgede iyot düzeyi aynı değildir." sorusuna, 0.788 standart sapma ile ortalama 4.06 cevabı vererek, katıldıklarını belirtmişlerdir.

"Kişilerin iyot ihtiyacı birbirinden farklıdır." Sorusuna 0.796 standart sapma ile ortalama 3.99 ile katıldıklarını belirtmişlerdir.

"İyot fazlasının insan vücuduna zararı vardır." sorusuna verdikleri yanıt, 0.773 standart sapma ile, ortalama 4.03 ile katıldıklarını belirtmişlerdir.

"Devletin iyot eksikliği giderme konusunda çalışmaları vardır." sorusuna öğrencilerin cevabı 1,074 standart sapma ile, ortalama 2,52 olarak bulunmuş, öğrencilerin bu soruya kararsız kaldıkları ortaya çıkmıştır.

"İyot eksikliği için iyotlu tuz kullanmak yeterlidir." sorusuna 0,947 standart sapmasıyla, ortalama 2,86 ile kararsız kaldıklarını belirtmişlerdir.

"Bazı tiroid hastalarının iyotlu tuz kullanmaları sakıncalı değildir." sorusuna ise, verdikleri yanıtlar 0.861 standart sapmayla, ortalama 2.87 ile kararsız kaldıkları anlaşılmıştır.

Ankete katılan kız ve erkek öğrencilerin likert sorularına verdikleri cevaplar %95 güven aralığında birbirinden bağımsız t testi uygulanarak analiz edilerek, sonuçlar yorumlanmıştır. Likert soruları, sürekli değişkenler den (parametrik) olduğu için, önce verilerin normal dağılışa uyup uymadığı test edilmiş olup, Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk test sonuçları, %5 anlamlılık düzeyine göre olasılık değerleri >0.05 olduğundan, verilerin normal dağıldığı görülmektedir.

"İyot eksikliği için iyotlu tuz kullanmak yeterlidir" likert sorusuna verdikleri yanıtlarda,  $p < \alpha$  (0.000 < 0.05) olarak bulunmuş, kız ve erkek öğrencilerin bu soruya verdikleri cevapların birbirinden farklı olduğu anlaşılmıştır. Diğer parametrik sorulara verilen cevaplarda ise,  $p > 0.05$  olduğundan  $H_0$  hipotezi kabul edilmiş, kız ve erkek öğrencilerin sorulara verdikleri cevapların benzer olduğu, böylece aynı düşüncede oldukları desteklenmiştir.

Farklı fakültelerde eğitim görmüş öğrencilerin, likert sorularına verdikleri yanıtlar incelendiğinde, %95 güven aralığında, Varyans Analiz (ANOVA) testi uygulanmış ve sonuçlar incelenmiştir.  $H_0$  hipotezi  $p < 0.05$  olduğundan reddedilmiş, farklı fakültelerde okuyan üniversite öğrencilerinin, likert sorularına verdikleri cevapların birbirinden farklı olduğu anlaşılmıştır.

Üniversite öğrencilerinin günlük iyot alımı ve bilinci konusunda yapılan anket çalışmasında, farklı fakültedeki öğrencilerin anket sonuçlarına verdikleri yanıtlar, ayrıca ki-kare testi ile de analiz edilerek %95 güven aralığında istatistik açıdan karşılaştırılmıştır. Öğrencilere, "İyot nedir biliyor musunuz?" sorusuna verdikleri yanıtlar incelendiğinde, tıp fakültesi öğrencilerin %86.7'si, diş fakültesi öğrencilerinin %91.7'si ile eczacılık fakültesi öğrencilerinin %90'unı, evet cevabını vermiştir. İletişim fakültesi öğrencilerinin %47.6'sı, eğitim fakültesi öğrencilerinin %50'si ve iktisat fakültesi öğrencilerinin %65'i ise hayır cevabını vermiştir.

"Hangi besinlerden iyot ihtiyacı karşılandığını biliyor musunuz?" sorusuna verdikleri yanıtlar incelendiğinde, tıp fakültesi öğrencilerinin %96.7'si, diş fakültesi

öğrencilerinin %90.9'u ve eczacılık fakültesi öğrencilerinin %70'i evet yanıtını vermişlerdir.

"İyot yetersizliği hastalıkları hakkında bilginiz var mı?" sorusuna verdikleri yanıtlar incelendiğinde tıp fakültesi öğrencilerinin %84.3'ü, diş fakültesi öğrencilerinin %83.3'ü ve eczacılık fakültesi öğrencilerinin %100'ü evet cevabını vermişlerdir.

Parametrik olmayan anket sorularına, kız ve erkek üniversite öğrencilerinin verdikleri cevapların birbirinden farklı olup, olmadığını analiz etmek için, Mann-Whitney testi uygulanmıştır. Anket sorularından sadece, "iyot yetersizliği hastalıkları hakkında bilginiz var mı?" sorusuna verdikleri yanıtlarda,  $p < 0.05$  olduğundan,  $H_0$  hipotezi red edilmiş, cevaplarda farklılık olduğu anlaşılmıştır. Diğer tüm sürekli olmayan değişkenli sorularda  $p > 0.05$  olduğundan, kız ve erkek öğrencilerin sorulara verdikleri yanıtlarda, farklılık olmadığı anlaşılmıştır.

## SONUÇLAR

Ege Üniversitesinde 2010-2011 yılında öğrenim gören öğrencilere uygulanan anket çalışmasında elde edilen önemli sonuçlar şu şekilde özetlenebilmektedir. Ankete cevap veren öğrencilerden, %66'sı iyodun ne olduğunu bildiklerini belirtmiş olup, ancak bunların %70'i iyot tanımını doğru olarak yapmıştır. İyot yetersizliği hastalıkları hakkında bilgisi olduğunu belirten öğrenci sayısı tüm öğrencilerin %56.8'i olup, kızlar ile erkeklerin, hastalıklar hakkındaki bilinç düzeylerinin birbirinden farklı olduğu anlaşılmıştır. Öğrencilerin kolaylıkla temin edebilecekleri düşünülen, iyot bakımından zengin ve sağlık açısından da oldukça önemli olan süt tüketimi hakkında sorulan sorulardan, öğrencilerin %51.3'ünün ara sıra bir bardak süt içtiklerini, %19.2'sinin ise hiç süt içmedikleri anlaşılmış olup, süt içme alışkanlığının erken yaşlarda edinildiği düşünülürse olursa, aile büyüklerinin bu konuya yeterince önem vermediği düşünülmektedir. Ankete katılan öğrencilerin hemen hepsi iyotlu tuz kullanmakta olup, iyot eksikliğinin sıkça görüldüğü illerde büyüyen öğrencilerin hiçbirinde ise, iyot eksikliği rahatsızlığı bulunmamaktadır. Öğrenciler, iyot konusundaki bilgi birikimlerini, sadece okullarda öğrendiklerini belirtmiş olup, özellikle tıp, diş hekimliği ve eczacılık fakültesi öğrencilerinin eğitimleri gereği, bilinç düzeylerinin diğer fakülte öğrencilerinden daha fazla olduğu anlaşılmıştır. Öğrencilerin pek çoğu, yakın geçmişte bu konu hakkında eğitim almadıklarından veya herhangi başka bir kurum tarafından bilgilendirilmedikleri için konu ile ilgili sorulan pek çok soruya kararsız kaldıkları gözlemlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda, üniversite öğrencilerinin iyot tüketimi ve bilinci konusunda edinilen bilgilere bakıldığında, toplumda en üst düzey eğitime sahip olan bir grupta bile konunun öneminin yeterince anlaşılamamış olduğunu göstermiş olup, iyot yetersizliğinin zararlı etkileri konusunda toplumun eğitilmesi için mesajlar ve materyaller hazırlanarak bir ulusal bilinçlendirme kampanyası başlatılmasına gereksinim olduğu anlaşılmıştır.

İyot yetersizliğinden kaynaklanan hastalıkların önlenmesi için yeni stratejiler de göz önünde bulundurulmalıdır. İyot yetersizliğinin şiddetli olarak görüldüğü bölgelere ulaşmak için etkin stratejiler geliştirmelidirler. Yasalar uygulanarak; kontroller yapılarak, kayıt dışı tuz satıcıları engellenmelidir.

#### KAYNAKLAR

[1] Barutçuoğlu B. M., 2005. Bakırköy Bölgesi Bir İlköğretim Okulu Öğrencilerinde İdrar İyot Atılımı ve Guatr Prevalansı. T.C. Sağlık Bakanlığı Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Dr. Sami Hatipoğlu Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Kliniği Şefi ve Aile Hekimliği Koordinatörü, s.12.

- [2] WHO, 1994. Iodine And Health, Eliminating Iodine Deficiency Disorders Safely Through Salt Iodisation.
- [3] WHO, 1996. UNICEF, ICCIDD; Recommended Iodine Intake In Salt And Guidelines For Monitoring Their Adequacy and Effectiveness.
- [4] European Commission, 2002. Health and Consumer Protection Directorate-General, Scientific Committee on Food, Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Iodine, SCF/CS/NUT/UPPLEV/26 Final 7 October 2002.
- [5] UNICEF-WHO, 1994. Joint Committee on Health Policy, Special Session, Geneva.
- [6] WHO,2002. Iodine Deficiency Disorders: 50 Million Children Still Exposed.

## Production and Quality Characteristics of “Doogh”

Mostafa Soltani<sup>1</sup>, Dilek Say<sup>2</sup>, Nuray Güzeler<sup>1</sup><sup>1</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Agriculture, University of Cukurova, Adana, Turkey<sup>2</sup>Vocational School of Pozanti, University of Cukurova, Adana, Turkey

Received (Geliş Tarihi): 04.06.2012, Accepted (Kabul Tarihi): 07.10.2012

✉ Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): dsay@cu.edu.tr (D. Say)

☎ 0 322 581 21 88-80 📠 0 322 581 21 90

### ABSTRACT

Doogh, an Iranian drinking yoghurt type, is a fermented dairy beverage and constitutes an important part of daily beverage consumption in Iran. Doogh is commonly produced from mixing of yoghurt, drinking water, salt and essence of aromatic vegetables such as thyme, mint and oregano. Although some undesired properties such phase separation due to the low pH and aggregation of casein may be seen frequently in doogh, the high tendency for its consumption has increased the scientific and industrial efforts in order to improve the quality of the product. The specific standards are determined for doogh by the Institute of Standard and Industrial Researches of Iran (ISIRI). The aim of this paper is to give an overview on the production and quality properties of doogh.

**Key Words:** Doogh, Fermented dairy beverage, Quality properties, Iran

### “Doogh” Üretimi ve Kalite Özellikleri

#### ÖZET

Doogh, İran'da üretilen fermente bir yoğurt içeceği ve günlük içecek tüketiminin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Doogh, yaygın olarak yoğurt, içme suyu, tuzun yanısıra kekik, nane ve keklükotu gibi aromatik bitki özütü karışımından üretilmektedir. Düşük pH ve kazein kümeleşmesi nedeniyle faz ayırımı gibi istenmeyen özelliklerin sıkça görülmesine rağmen ürünün tüketimine yönelik yüksek eğilim, kalitesinin yükseltmesi doğrultusunda bilimsel ve endüstriyel girişimlerin artmasına neden olmuştur. İran Standart ve Endüstriyel Araştırmalar Kurumu (ISIRI) tarafından doogh için özel standartlar belirlenmiştir. Bu makalede, Doogh üretimi ve kalite özellikleri ile ilgili genel bilgilerin verilmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Doogh, Fermente süt içeceği, Kalite özellikleri, İran

#### INTRODUCTION

A large amount of yoghurt is used as a base to manufacture drinking or beverage products that are consumed either from a glass or direct from the retail container in many countries [1]. Drinking yoghurt is categorised as stirred yoghurt of low viscosity and this product is consumed as a refreshing drink [2]. “Doogh”, an Iranian fermented dairy beverage is one of the drinking yoghurt types and constituted an important part of daily beverage consumption in Iran [3]. Doogh is a

Persian word and derived from “milking”. It is usually produced by mixing set or stirred yoghurt and water at the same rate and addition some aqueous extracts of local herbs, some spices such as thyme, cucumber and garlic essence or mixture of them [4,5]. Similar products exist in “Ayran” in Turkey, “Than” in Armenia and “Lassi” in Southern Asia [6] and may differ from doogh in dilution ratio, rheological characteristics, fat content and sensory properties [7]. Nowadays, doogh is produced in large scales by small and large dairy units [3] that is indicated the common consumption of it in Iran. In

addition to more digestibility and having more vitamins and nutritional metabolites compared with the milk, doogh consumption increases the absorption of calcium [8]. Also the use of doogh in each meal caused a significant decrease in the number of pathogenic bacteria and could be prevented the microbial contamination [9].

The Institute of Standard and Industrial Researches of Iran (ISIRI) has set a standard for the different properties of doogh that produced by industrial dairy units. The chemical and microbiological properties of industrial doogh have been presented in Tables 1 and 2, respectively.

Table 1. The chemical properties of industrial doogh [4]

Chemical Properties	Quantity
pH	≤4.5
Fat (%)	≤50 of MSNF*
MSNF (%)	≥3.2(w/w)
NaCl (%)	≥0.2; ≤ 1.0(w/w)
Stabilizer (%)	≤10 of MSNF*

\*MSNF: Milk Solid Non Fat

Table 2. The microbiological properties of industrial doogh [4]

Microbiological Properties	Quantity (cfu/g)
Coliform	≤10
<i>Escherichia coli</i>	Negative
Mold and Yeast	≤100
<i>Staphylococcus aureus</i>	Negative

## PRODUCTION METHODS of DOOGH

Doogh is produced by two traditional and industrial methods in Iran. In traditional method, first yoghurt is produced from cow, sheep or goat's milk or mixture of them. The yoghurt produced is placed in a cloth bag and churning is continued with adding water partially. Then the fat layer in the top of diluted yoghurt is removed and fermentation is continued to achieve satisfactory taste and acidity. After adding salt and spices, the final product is stirred and kept in cool place [7].

In the most dairy units, doogh is produced by cow milk. Two methods are used in the industrial production of doogh (Figure 1). The common production method of doogh -that covers the largest volume of production- is constituted separation of cow milk fat, preparation of yoghurt from raw milk fat and adding water, salt and essential oils [10]. After preliminary chemical and microbiological analysis, the fat of raw milk is standardized to < 1%. Then homogenizing (55-60°C, 150 bar) and heat-treatment (90-95°C, 5-10 min) are applied to milk and after decrease the temperature of milk to 42-43°C, *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* (1/1, 2%) are inoculated to milk as starter cultures. The mix is incubated at 37-38°C and fermentation is continued until the decreasing the pH of yoghurt to 4.6-4.7. Then yoghurt produced is cooled to 20-25°C and mixed with drinking water (50-60%), edible salt (≤1%) and essence

of aromatic vegetables such as thyme, mint and oregano (1-2%). The heat treatment (78°C, 10 min) and homogenizing are applied to final product and after cooling, doogh is stored at 7±1 °C [11].

In the other method, doogh is produced by the fermentation of milk diluted with water in some dairy units in Iran. In this method, after raw milk preliminary analysis and fat rate standardizing, drinking water is added to milk and the dry matter of milk is set at 8-8.5 %. Then homogenizing (50-55°C, 2 bar), heat-treatment (90-95°C, 5-10 min), cooling (42-43°C), inoculation of starter cultures (2%), incubation (37-38°C, until the decreasing the pH to 4.6-4.7), cooling (20-25°C), adding edible salt (1%) and essence of aromatic vegetables is applied respectively. The final product is stored at 7±1°C. Similar to the implementation of this method is widely used in the production of ayran in Turkey [12].

According to ISIRI, doogh produced in Iranian dairy units is divided into 4 groups; 1- non-carbonated and un-heat treated, 2- non-carbonated and heat treated, 3- carbonated and un-heat treated, 4- carbonated and heat treated. Heat treatment and carbonating are applied to product after fermentation. Heat treatment is used in order to stop the activity of starter microorganism, to prevent the possible cross contamination and to extend the shelf life of the final product [4].

## SOME PROPERTIES of DOOGH

Fermented dairy products can be classified into the viscous, diluted or beverages and carbonated product. According to this classification, doogh is located in diluted category although doogh has been carbonated to produce a fizzy variant of the traditional product in dairy factories recently [1].

Doogh has an acidic nature and similar to the other acidified milk drinks, because of the aggregation of casein due to the low pH of it, phase separation occurs frequently [13]. During the production of acidified beverages such as doogh by yoghurt dilution, the particles of fragmented acid-casein gel are separated. This condition makes severe loss of stability and increased tendency to sedimentation in particles mentioned [14]. On the other hand, the edible salt used in the manufacture of doogh can cause increasing the phase separation [15]. So the consumer shakes the product before consumption. In order to prevent this phenomenon, different researches have been done about the increasing of stabilization mechanism of doogh by using different gums as stabilizer such as orchid and guar [13,16], tragacanth [5,10,13], gellan and pectin [7,17,18]. It has been shown that using one gum in comparison with a combination of several gums has a better effect on the stability of doogh generally and gum added has caused some changes in the rheological properties of doogh. Also it has been determined that there is no correlation between the stabilization capability of gum used and the pH range of doogh produced [5,13].

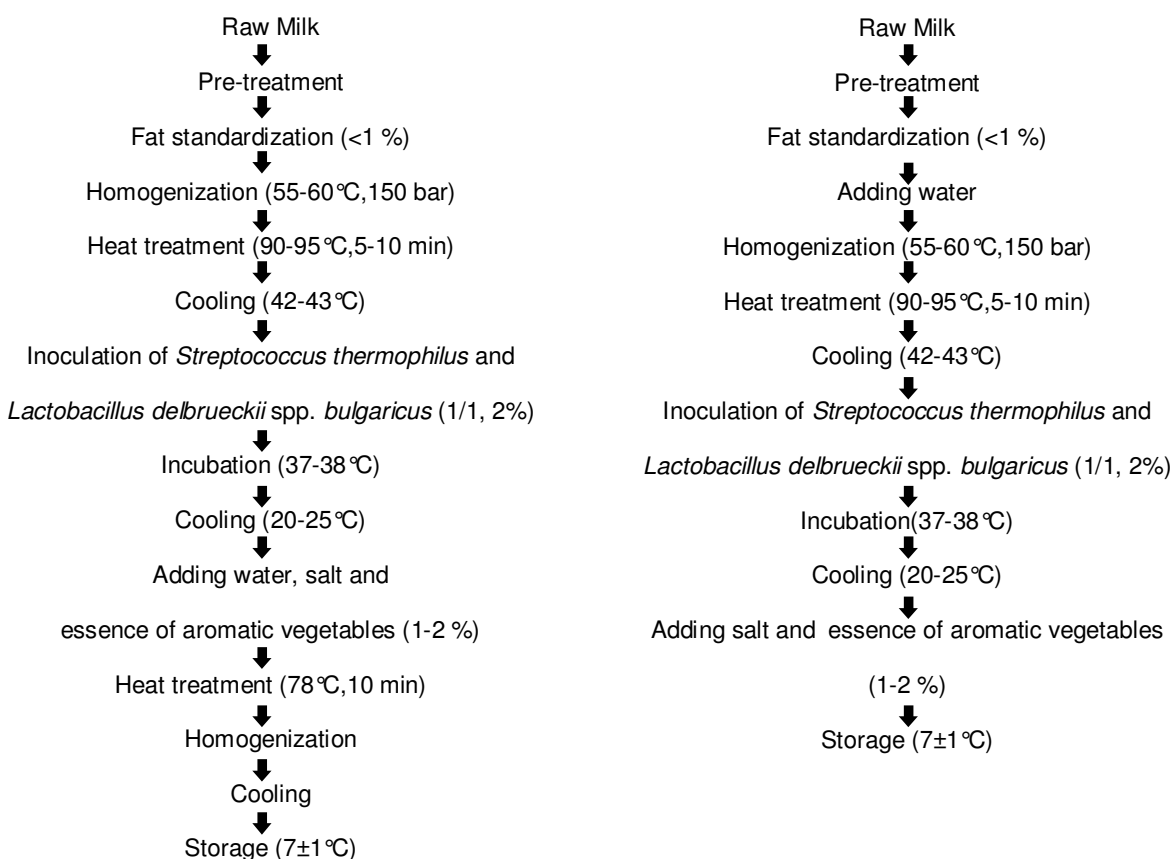


Figure 1. The industrial production of doogh by two methods [11,12]

Generally, the use of stabilizing agents and heat treatment are necessary in order to prevent the phase separation and increase the shelf life during the production of acidified products [19]. In this context, the use of high-ester pectin is recommended to stabilize acidified milk drinks such as doogh. Pectin as a stabilizer is protected the proteins during heat treatment and prevented the aggregation of them [2]. Furthermore, satisfactory results are obtained from the using probiotic bacteria for the microbiological, sensory and texture stability of doogh [20]. Furthermore the results of the research on the flow behavior of doogh are shown that because of the diluted state of doogh, the colloidal particles are apart from each other and doogh has a Newtonian flow behavior. Also the colloidal particles distributed in a large range and different shapes [3].

The hygiene status of materials and equipment used has an important role in the microbial quality of the product. So that the quality of raw milk, adequacy of heat treatment, microbiological quality of edible salt and aromatic vegetables used in production, hygiene level of filling equipment and packaging containers and the air condition of the production hall are the most effective factors on the microbial quality of the final product [11]. Furthermore, the storage temperature of doogh has a significant effect on the shelf life of the product. The results of a research have shown that the maximum

shelf life of doogh is in refrigerator temperature and shelf life decreases with increasing storage temperature [21].

## CONCLUSIONS

Doogh is a fermented dairy beverage produced and consumed in large scales in Iran. The mix of yoghurt, drinking water, edible salt and essence of aromatic vegetables are used in the production of doogh. Doogh is an acidic food, and aggregation and sedimentation of casein occur due to the acidic nature of it that causes to phase separation in the product. Different stabilizing agents are used to increasing the stability of product that results of using them are satisfactory. However, researches are continuing in this context and in order to reach desirable results, various stabilizing agents are used in single form or combination with other agents. The microbial quality of doogh is affected by microbial quality of raw milk and additives, hygienic conditions of production hall, equipments and materials and sufficiency of heat treatment applied to product. So in order to produce a high quality product, the use of suitable raw material and production under hygienic conditions is necessary.

## REFERENCES

- [1] Nilsson, L.E., Lyck, S., Tamime, A.Y., 2006. Production of Drinking Products. In Fermented Milks. Edited By A.Tamime, Blackwell Science Ltd, 9600 Garsington Road, Oxford, England, 266p.
- [2] Tamime, A.Y., Robinson, Y.K., 2007. Yoghurt Science and Technology (third edition). Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, Cambridge, England.
- [3] Kiani, H., Mousavi, M. A., Emam-Djomeh, Z., 2008a. Rheological properties of Iranian yoghurt drink, doogh. *International Journal of Dairy Science* 3: 71-78.
- [4] Anonymous, 2008. Institute of Standard and Industrial Researches of Iran (ISIRI), No: 2453, Doogh – Specifications and Test Method, 2nd revision. Institute of Standard and Industrial Researches of Iran. Karaj, Iran.
- [5] Azarikia, F., Abbasi, S., 2010. On the stabilization mechanism of doogh (iranian yoghurt drink) by gum tragacanth. *Food Hydrocolloids* 24: 358–363.
- [6] Kabak, B., Dobson, A.D.W., 2011. An introduction to the traditional fermented foods & beverages of Turkey. *Food Science and Nutrition* 51: 248-260.
- [7] Kiani, H., Mousavi, M.E., Razavi, H., Morris, E.R., 2010. Effect of gellan, alone and in combination with high-methoxy pectin, on the structure and stability of doogh, a yogurt-based Iranian drink. *Food Hydrocolloids* 24: 744-754.
- [8] Voosogh, A.S., Khomeiri, M., Kashani Nijad, M., Jafari, S.M., 2009. Effects of mint extract on the viability of probiotic bacteria in a native Iranian dairy drink (Doogh). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 16(1): 156-164.
- [9] Jamalifar, H., Shahverdi, A.R., Samadi, N., Zaheri, A., Fazeli, M.R., 2009. Survival of Escherichia Coli O157:H7 in industrial and traditional doogh and doogh containing Lactobacillus Acidophilus. *Journal of Microbial Biotechnology (Published by Islamic Azad University/Iran)* 1(2): 25-29.
- [10] Ghorbani Gorji, E., Mohammadifar, M.A., Ezzatpanah, H., 2011. Influence of gum tragacanth, *Astragalus gossypinus*, addition on stability of nonfat Doogh, an Iranian fermented milk drink. *International Journal of Dairy Technology* 64(2): 262-268.
- [11] Mehraban Sangatash, M., Sarabi Jamab, M., Karajian, R., Nourbakhsh, R., Gholasi, F., Vosough, A.S., Mohsenzadeh, M. 2011. Evaluation of microbiological contamination sources on swelling of Iranian yoghurt drink during production processes. *Journal of Food Research (Published by Tabriz University/Iran)* 21(1): 45-55.
- [12] Ozer, B., 2006. Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Sidas Medya Ltd. Şti. Şanlıurfa.
- [13] Foroughinia, S., Abbasi, S., Hamidi, Z., 2007. Effect of individual and combined addition of salep, tragacanth and guar gums on the stabilization of Iranian Doogh. *Iranian Journal of Nutrition Science and Food Technology* 2: 15–25.
- [14] Lucey, J.A., Tamenaha, M., Singh, H., Munro, P.A., 1999. Stability of model acid milk beverage: Effect of pectin concentration, storage temperature and milk heat treatment. *Journal of Texture Studies* 30: 305-318.
- [15] Koksoy, A., Kilic, M., 2003. Effect of water and salt level on rheological properties of ayran, a Turkish Yoghurt Drink. *International Dairy Journal* 13: 835–839.
- [16] Abbasi, A., Shirazi, N., Farshadfar, Sh., 2009. The effect of guar gum on the texture and volatility of essential oil added to Iranian doogh. *Journal of Food Science and Technology (Published by Sabzevar Azad University/Iran)* 1(3): 31-39.
- [17] Kiani, H., Ebrahimzadeh-Mousavi, M.A., Emam-Djomeh, Z., Yarmand, M.S. 2008. Effect of concentration and hydration temperature of gellan gum on the stability and physical properties of acidified milk protein solutions. *Australian Journal of Dairy Technology* 63: 94-99.
- [18] Hasheminya, S.M., Ebrahimzadeh-Mousavi, S.M.A., Ehsani, M.R., Dehghannya, J., 2011. Effect of gellan hydrocolloid on rheological properties and stabilization of a fiber-enriched Doogh. *Journal of Food Research (Published by Tabriz University/Iran)* 21(2): 179-193.
- [19] Walstra, P., Wouters, J.T.M., Geurts, T.J., 2006. Dairy Science and Technology. Second Edition, CRC Press, Taylor and Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway NW.
- [20] Taheri, P., Ehsani, M.R., Khosravi Darani, K., 2009. The effect of lactobacillus acidophilus on the microbiological, sensory and texture stability of doogh during keeping in refrigerator. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology* 4(3): 15-24.
- [21] Mircholi Barazagh, A., Sedaghat, N., 2011. The effect of temperature and packaging on the shelf life of non-carbonated doogh. *Journal of Food Science and Technology (Published by Sabzevar Azad University/Iran)* 2 (3): 1-8.



## Uzun Zincirli Omega-3 Yağ Asitleri (EPA ve DHA) ve Oleik Asidin Sütün Zenginleştirilmesinde Kullanımı

Gülfem Ünal, Merve Açu

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Bornova, İzmir

Geliş Tarihi (Received): 10.05.2012, Kabul Tarihi (Accepted): 17.08.2012

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [gulfem.unal@ege.edu.tr](mailto:gulfem.unal@ege.edu.tr) (G. Unal)

☎ 0 232 311 27 32 📠 0 232 342 57 13

### ÖZET

Gıda endüstrisi son yıllarda, kalp-damar hastalıkları üzerinde olumsuz etkileri olduğu iddia edilen doymuş yağ miktarı azaltılmış süt üretme eğilimindedir. Diyetetik doymuş yağ yerine uzun zincirli omega-3 yağ asitleri (eikosapentaenoik (EPA) ve dokosahekzaenoik (DHA) asitler) ve oleik asidin bulunmasının başta kolesterol olmak üzere kan lipidlerini düşürerek kardiyovasküler riski azalttığı bildirilmektedir. Bu derlemede EPA, DHA ve oleik asidin ve bu yağ asitleri ile zenginleştirilmiş süt tüketiminin sağlık üzerindeki etkileri üzerinde durulmuştur. Ayrıca, sütün zenginleştirilmesinde EPA, DHA ve oleik asidin kullanım olanakları ilgili *in vivo* çalışmalar değerlendirilerek yorumlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Eikosapentaenoik asit (EPA), Dokosahekzaenoik asit (DHA), Oleik asit, Zenginleştirilmiş süt, Kardiyovasküler hastalık

### Use of Long Chain Omega-3 Fatty Acids (EPA and DHA) and Oleic acid in Milk Enrichment

#### ABSTRACT

In recent years, the food industry has shown a tendency to produce milk with a reduced content of saturated fat, which is claimed to have negative effects on cardiovascular diseases in humans. The substitution of dietary saturated fat with long chain omega-3 fatty acids (eicosapentaenoic (EPA) and docosahexaenoic (DHA) acids) and oleic acid has been reported to decrease cardiovascular risk by reducing blood lipids, mainly cholesterol. In this review, the effect of EPA, DHA, and oleic acid consumption and the consumption of milk enriched with these fatty acids on human health have been discussed. Furthermore, the possible use of EPA, DHA, and oleic acid in the enrichment of milk has been presented by reviewing the related *in vivo* studies.

**Key Words:** Eicosapentaenoic acid (EPA), Docosahexaenoic acid (DHA), Oleic acid, Enriched milk, Cardiovascular disease

#### GİRİŞ

Fonksiyonel gıdalar son yıllarda popülerite kazanmış olup kardiyovasküler hastalıklar dahil olmak üzere birçok hastalığın iyileşmesine yardımcı olmaktadır. Bu gıdalar kolesterol gibi risk faktörlerini azaltarak kardiyovasküler sağlığı iyileştirmektedir. Süt ve süt ürünleri her gün tüketilen, biyolojik olarak yararlı kalsiyum bakımından çok iyi bir kaynak olan, son derece besleyici gıdalardır.

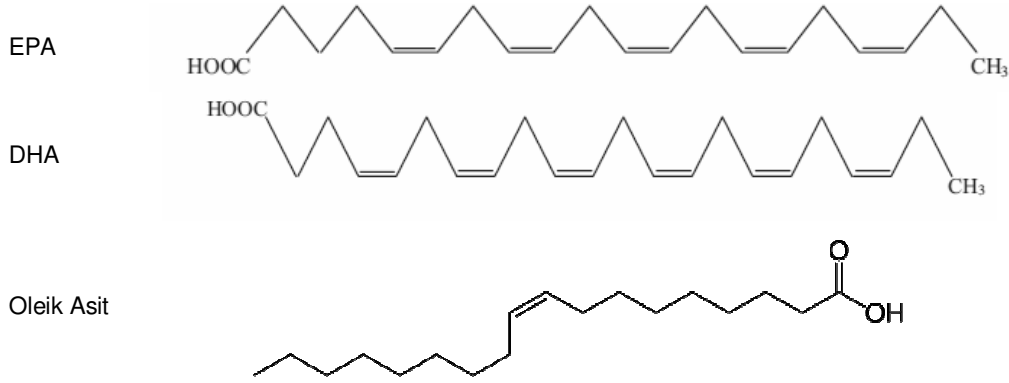
Süt ve süt ürünleri sağlıklı gıdalar olarak değerlendirilmelerine karşın süt yağının %70'ini doymuş yağ asitleri oluşturmaktadır. Bu yağ asitleri (temel olarak miristik ve palmitik asit) toplam ve LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein) kolesterolü yükselterek kardiyovasküler hastalık riskini arttırabileceğinden dolayı süt yağı tüketiminin sınırlandırılması gerekmektedir [1, 2].

Sütü daha sağlıklı hale getirebilmek amacıyla bileşiminde bulunan doymuş yağ asitlerinin yerine çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ve zeytinyağının temel yağ asidi olan oleik asidin getirilmesi bir seçenek olarak düşünülmüştür [3]. Avrupa ülkelerinde bazı süt firmaları daha sağlıklı sütler elde edebilmek amacıyla süt yağı yerine çoklu doymamış yağ asitlerini, oleik asidi veya bu ikilinin kombinasyonlarını kullanmaktadır [2].

Omega-3, omega-6 ve omega-9 yağ asitleri sütte bulunan çoklu doymamış yağ asitleridir. Omega-3 ve omega-6 yağ asitleri esansiyel yağ asitleri olup, organizma tarafından sentezlenemedikleri için gıdalar ile vücuda dışarıdan alınmaları gerekmektedir [4]. Özellikle omega-3 yağ asitlerinin kalp hastalıkları üzerinde birçok olumlu etkilerinin olduğu belirtilmektedir [5]. Buna benzer olarak, uzun zincirli omega-3 yağ asitlerinin de glikoz metabolizmasını ve insülin direncini düzenlediği bilinmektedir [6]. En önemli uzun zincirli omega-3 yağ

asitleri; eikosapentaenoik asit (EPA; 20:5 *n*-3) ve dokosaheksaenoik (DHA; 22:6 *n*-3) asittir [7].

EPA ve DHA esansiyel özellikte olan  $\alpha$ -linolenik asitten (ALA; 18:3 *n*-3) sentezlenmektedir [8, 9]. EPA ve DHA temel olarak karbon zincirinin metil ucundaki ilk çift bağın pozisyonu nedeniyle birbirinden ayrılırlar. Söz konusu yağ asitlerinin başlıca kaynaklarını tek hücreli fitoplanktonlar ve deniz yosunları oluşturmaktadır. ALA insan metabolizması tarafından sentezlenemediğinden dolayı EPA ve DHA'dan sağlık açısından faydalanabilmek için, bu yağ asitlerinin diyet ile dışarıdan alınmaları gerekmektedir. Uzun zincirli çoklu doymamış bu iki yağ asidinin vücutta biyokimyasal ve fizyokimyasal yönden olumlu etkiler göstererek yaşam döngüsü açısından büyük öneme sahip olduğu belirtilmektedir [3, 10].



Şekil 1. EPA, DHA ve oleik asidin kimyasal yapıları [10]

Oleik asit ise esansiyel olmayan omega-9 yağ asitleri içerisinde yer almaktadır. Oleik asit çeşitli hayvansal ve bitkisel yağlar ile zeytinyağından doğal olarak elde edilmekte ve sağlık üzerinde olumlu etkiler göstermektedir [2]. EPA, DHA ve oleik asidin kimyasal yapıları Şekil 1'de verilmiştir.

Bu derlemede EPA, DHA ve oleik asidin sağlık açısından öneminden bahsedilerek, bu yağ asitleri ile zenginleştirilen süt tüketiminin insan sağlığı üzerinde yarattığı etkiler ele alınacaktır. Böylece, söz konusu yağ asitlerinin sütün zenginleştirilmesindeki kullanım olanakları ortaya konulmuş olacaktır.

## EPA, DHA ve OLEİK ASİDİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Yapılan araştırmalar, omega-3 yağ asitlerinin kardiyovasküler hastalıklar, hipertansiyon, kanser, tip 2 diyabet, çeşitli merkezi sinir sistemi bozuklukları ve felç gibi birçok hastalık üzerinde olumlu etkiler gösterdiğini bildirmektedir [9]. Özellikle son yıllarda omega-3 yağ asitleri ile zenginleştirilmiş gıdaların hastalıkların önlenmesinde etkili olabileceği belirtilmektedir. Bu yağ asitleri ile zenginleştirilmiş gıdaların tüketiminin artırılmasının kalp hastalıklarının önlenmesi

bakımından önem taşıdığı Kolanowski ve Laufenberg [11] tarafından da vurgulanmıştır.

Thorsdottir ve ark. [6] tarafından yapılan çalışmada sütteki omega-3 yağ asitlerinin tip 2 diyabet vakalarını azaltabileceği görülmüştür. Hipertansiyon hastalığı bulunan insan ve hayvanlar üzerinde yapılan birçok çalışmada uzun zincirli yağ asitlerinin, özellikle de EPA ve DHA'nın kan basıncının düşürülmesinde önemli etkileri olduğu ortaya konmuştur. Mori ve ark. [12] tarafından yapılan bir çalışmada DHA'nın kalp atış hızının ve kan basıncının düşmesine neden olduğu görülürken, EPA'nın çok fazla bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

MacLean ve ark. [13] omega-3 yağ asitleri ile kanser tedavisi arasındaki ilişkiyi incelemişler, bu yağ asitlerinin bazı kanser türlerinin oluşumunun engellenmesinde ve tedavisinde etkili olabileceğini bildirmişlerdir. Leitzmann ve ark. [14] tarafından 47866 erkek üzerinde 14 yıl boyunca sürdürülen diğer bir araştırmada EPA ve DHA'nın prostat kanserinin önlenmesinde etkili olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında, Kolanowski ve Laufenberg [11] balık yağı ile zenginleştirilmiş gıdaların tüketiminin kansere karşı koruyucu etki yaratabileceğini bildirmiştir.

Omega-3 yağ asitleri sinir ve beyin dokusunun gelişimi açısından da önem taşımakta, bu yağ asitlerinin yetersiz alımı beyinde DHA sentezinin azalmasına ve omega-6 yağ asitlerinin sentezinin artmasına yol açmaktadır [15, 16, 17]. Japonya'da fazla miktarda balık tüketimine bağlı olarak alzheimer hastalığının çok az oranda görüldüğü tespit edilmiştir. Hassimoto ve ark. [18] yağlı balıkta ve balık yağı takviyelerinde, omega-3 yağ asitlerinin beyin inflamasyonunu azaltabildiğini, ayrıca beyin gelişiminde ve sinir hücrelerinin yenilenmesinde rol oynayabildiğini ifade etmişlerdir. Hayvanlar üzerinde yapılan deneyler omega-3 yağ asitleri eksikliğinin nöral fonksiyonlarda önemli bozulmalara öncülük ettiğini göstermektedir. Son 10 yıl içinde de nöropsikolojik düzensizlikler ile (depresyon ve şizofreni gibi) omega-3 yağ asitleri arasında önemli bir ilişki olduğu görülmüştür [19].

Yapılan diğer bazı çalışmalarda ise balık tüketiminin ve omega-3 yağ asitleri alımının trombotik veya iskemik felç oluşumunu engellediği belirtilmektedir. Iso ve ark. [20] 14 yıl süren ve 79839 kadın üzerinde yaptıkları araştırmalarında, haftada en az 2 öğün balık tüketen bireylerin ayda 1 öğün balık tüketenlere göre, %52 daha az trombotik felç riski taşıdıklarını belirlemişlerdir. He ve ark.'nın [21] bu konuda yaptıkları benzer bir çalışmada da, 43671 sağlıklı erkek 12 yıl süre ile izlenmiş ve ayda 1 öğün balık tüketenlerin daha az balık tüketenlere göre % 43 daha az iskemik felç riski taşıdığı saptanmıştır.

Omega-3 yağ asitlerinin hamilelik döneminde de önem taşıdığı bilinmektedir. Özellikle hamileliğin son üç ayında ve bebeklik döneminde gerekli olan omega-3 yağ asitlerinin beyin, göz ve sinir sistemi gelişimi için oldukça etkili olduğu belirtilmektedir. Ayrıca hamilelik döneminde; omega-3 yağ asitleri alınmasının prematüre doğum riskini de azalttığı ifade edilmektedir [22].

Diyet ile alınan yağ kompozisyonunun düzenlenmesi kan lipid konsantrasyonunu etkilemektedir. Oleik asidin sağlık üzerindeki en belirgin etkileri doymuş yağ yerine oleik asidin kullanıldığı çalışmalarda görülmüştür. Yapılan bir çalışmada doymuş yağ asitlerinden sağlanan enerjinin %5'inin oleik asit tarafından karşılanması durumunda LDL kolesterol seviyesinin düşmesine bağlı olarak koroner kalp hastalığı riskinin %20-40 oranında azaldığı belirlenmiştir [23]. Birçok ülkede doymuş yağ tüketimi tavsiye edilen sınırın üzerinde olduğundan oleik asit alımının artırılması doymuş yağ tüketimini sınırlandıracağından dolayı yararlı olarak görülmektedir. Daha fazla miktarda oleik asit alımının tereyağı yerine zeytinyağı tüketilmesi veya doymuş yağca zengin gıdaların teknolojik olarak oleik asit içeriği lehinde modifiye edilmesi şeklinde gerçekleştirilebileceği bildirilmiştir [2].

## İLGİLİ ÇALIŞMALAR

EPA, DHA ve /veya oleik asit ilave edilen sütler ile ilgili *in vivo* çalışmalar yapılmış ve bu tip diyet ile beslenmenin sağlık üzerine etkisi incelenmiştir. Söz konusu çalışmalar; çocuklar, sağlıklı kişiler, kardiyovasküler hastalığı veya metabolik sendromu

bulunan bireyler olmak üzere çeşitli gruplar üzerinde planlanmıştır.

Çocuklar üzerinde yapılan çalışma sayısı oldukça az olup Estévez-González ve ark. [24] tarafından yapılan çalışmada oleik asit ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ile zenginleştirilen süt tüketiminin kolesterol düzeyleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. 14 ay süren çalışma sonunda toplam kolesterol ve LDL kolesterol düzeylerinde sırasıyla, %7.2 ve %9.5 oranında azalma belirlenmiştir. Romeo ve ark. [25] tarafından 8-14 yaş arası sağlıklı çocuklar üzerinde yapılan diğer bir çalışmada ise PUFA, oleik asit, karbonhidrat, vitamin ve mineraller ile zenginleştirilen süt tüketiminin etkisi araştırılmıştır. 5 ay süre ile normal diyetlerine ek olarak zenginleştirilmiş süt tüketen çocuklarda kardiyovasküler hastalıklar için bir risk faktörü olan endotelial hücre aktivasyonunda azalma tespit edilmiştir.

Omega-3 yağ asitleri ve oleik asit ile zenginleştirilen süt tüketiminin sağlık üzerindeki etkileri sağlıklı ve hiperlipidemi bireyler üzerinde yapılan çeşitli çalışmalar ile de araştırılmıştır. Söz konusu çalışmaların planı, uygulama grubu ve süresi ile çalışmalardan elde edilen sonuçlar Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1'den görüldüğü üzere yapılan çalışmaların genelinde omega-3 yağ asitleri ve oleik asit ile zenginleştirilen süt tüketimi kan kolesterol düzeylerini olumlu yönde etkilemiştir. Ancak Castro ve ark. [32] tarafından yapılan çalışmada kesin bir sonuç elde edilememiş, sağlık açısından fayda sağlanabilmesi için bu şekilde zenginleştirilmiş sütlerin düzenli olarak tüketilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Benzer çalışmalar kardiyovasküler hastalığı veya metabolik sendromu bulunan kişiler üzerinde de yapılmıştır. Salmerón ve ark. [34] tarafından yapılan bir araştırmada omega-3 yağ asitleri, oleik asit ve folik asit ilaveli sütleri tüketen bireylerin kan kolesterol ve trigliserit düzeyleri incelenmiş; kolesterol seviyelerinin düştüğü, trigliserit düzeylerinde ise önemli bir değişiklik olmadığı görülmüştür. Yapılan diğer bir çalışmada; periferik vasküler hastalığı bulunan bireylere 1 yıl boyunca günde 500 mL omega-3 yağ asitleri, oleik asit ve bazı vitaminler ile zenginleştirilmiş süt verilmiş, kişilerin toplam kolesterol düzeylerinin düştüğü, LDL kolesterol ve trigliserit seviyelerinin ise değişmediği saptanmıştır [35]. Aynı sütü 1 yıl boyunca tüketen miyokard infarktüsü hastalığı bulunan kişiler üzerinde yapılan diğer bir çalışmada kişilerin günde 500 mL bu sütü tüketmeleri sağlanmıştır. Çalışma sonunda kişilerin plazmalarındaki toplam ve LDL kolesterol düzeylerinin sırasıyla, %11 ve 13 oranında azaldığı saptanmıştır [36]. Yapılan her iki çalışmada da kardiyovasküler hastalığı bulunan kişilerin bu tip süt ürününü günlük diyetlerinde bulundurmalarının olası risk faktörlerini azaltabileceği sonucuna varılmıştır.

Tablo 1. Omega-3 yağ asitleri ve oleik asit ile zenginleştirilmiş süt tüketen sağlıklı ve hiperlipidemi bireyler üzerinde yapılan çalışmalar

Çalışma Grubu	Çalışma Planı	Uygulama Süresi	Sonuç	Kaynak
Sağlıklı erkekler	EPA ve DHA içeren farmakolojik kapsül (EPA+DHA, 4.5g) kullanımı	5 hafta	Trigliserit düzeyinde azalma	[26]
Sağlıklı bireyler	3-4g EPA+DHA kullanımı	2 hafta	Trigliserit düzeyinde azalma	[27]
Sağlıklı genç bireyler	500 mL/gün EPA, DHA, $\alpha$ -linoleik asit ve E vitamini ile zenginleştirilmiş süt tüketimi	6 hafta	Trigliserit düzeyinde %19 ve HDL kolesterol düzeyinde %19 azalma	[28]
25-45 yaş arası sağlıklı bireyler	500 mL/gün EPA, DHA, oleik asit ve vitaminler ilave edilmiş süt tüketimi	8 hafta	LDL kolesterol düzeyinde %20, toplam kolesterol düzeyinde %7 azalma	[29]
45-65 yaş arası orta derecede hiperlipidemi hastası bireyler	500 mL/gün oleik asit ve PUFA ilave edilmiş süt tüketimi	8 hafta	LDL kolesterol düzeyinde %13, toplam kolesterol düzeyinde %9, trigliserit düzeyinde %24 azalma	[30]
60-78 yaş arası orta derecede hiperkolesterol hastası bireyler	ALA veya EPA/DHA ile zenginleştirilmiş süt tüketimi	9 hafta	ALA'nın LDL kolesterol üzerindeki etkisinin EPA/DHA'ya göre daha baskın olması	[31]
Sağlıklı bireyler	Omega-3 ile zenginleştirilmiş süt tüketimi	6 hafta	Kesin bir sonuç elde edilmemiştir.	[32]
25-65 yaş arası orta derecede kardiyovasküler hastalık riski taşıyan bireyler	500 mL/gün zenginleştirilmiş süt tüketimi	1 yıl	LDL kolesterol düzeyinde %6, toplam kolesterol düzeyinde %4, plazma trigliserit düzeyinde %10 azalma	[33]

Benito ve ark.'nın [37] metabolik sendromu bulunan 72 kişi üzerinde yaptıkları çalışmada ise, EPA+DHA ve oleik asit ile zenginleştirilmiş süt tüketiminin etkisi incelenmiştir. Çalışmanın kontrol grubunda kolesterol düzeyleri değişmezken, söz konusu sütü günde 500 mL tüketen bireylerin toplam ve LDL kolesterol düzeylerinin 3 ay sonunda sırasıyla, %6.2 ve 7.5 oranında azaldığı gözlenmiştir.

Görüldüğü üzere, yapılan çalışmaların tamamına yakınında 2 hafta-1 yıl süre ile tüketilen zenginleştirilmiş süt miktarı günlük 500 mL (ortalama 2 su bardağı) olarak belirlenmiştir. Zenginleştirilmiş sütün iki su bardağı kadar tüketilmesi kişiye ortalama 600 mg kalsiyum sağlamakta olup, bu miktar yetişkinler için önerilen günlük kalsiyum alımının (900 mg) %65'ini karşılamaktadır. Yapılan çalışmalarda günlük EPA+DHA alımı ise yaklaşık 300 mg olarak belirlenmiş olup, bu miktar da Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından tavsiye edilen miktara (250 mg) oldukça yakındır [38]. Süt yağı içerisinde bulunan doymuş yağ asitleri yerine geçebilecek günlük oleik asit miktarı ise çalışmalarda çoğunlukla 5 g olarak bildirilmiştir.

EPA, DHA ve oleik asidin sütün zenginleştirilmesinde kullanımı sonucu sağlık üzerinde olumlu etkiler göstermelerinde bu yağ asitlerinin biyolojik olarak yararlı olmaları etkili olmaktadır. Sütün zenginleştirilmesinde kullanılan formülasyondaki EPA+DHA miktarının (300 mg) düşük olmasına rağmen kan değerlerini önemli ölçüde değiştirdiği yapılan birçok araştırmada belirlenmiştir [28, 30, 37]. Bu noktada; süt yağının miseller içinde yüksek oranda dispers halde bulunarak emilim için geniş bir yüzey alanı yaratması ve böylece yağ emilimi için oldukça etkin bir taşıyıcı olması büyük öneme sahiptir. Bunun yanında, sütün gün

boyunca vücuda yavaş yavaş ve belirli aralıklar ile alınan bir sıvı olması onun yararlılığını kolaylaştırarak omega-3 yağ asitlerinin biyolojik etkinliğini arttırmakta ve düşük dozlarda dahi aktif kalmalarını sağlamaktadır [28]. Sütün söz konusu yağ asitleri ile zenginleştirildiği tüm çalışmalar incelendiğinde, ilave edilen yağların bir emülsifiyer yardımı ile ön-emülsifikasyon işlemine tabi tutuldukları görülmektedir. Bu işlemin de EPA+DHA yağ asitlerinin emilimine önemli derecede katkı sağlayabileceği bildirilmiştir [39].

## SONUÇ

Uzun zincirli omega-3 yağ asitleri ve/veya oleik asit ile zenginleştirilmiş süt tüketiminin etkisi sağlıklı ve kardiyovasküler hastalığı bulunan kişiler olmak üzere birçok denek grubunda incelenmiş ve sağlık açısından birçok olumlu etkileri olduğu bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Bu yağ asitleri ile zenginleştirilmiş sütlerin dengeli bir diyet içerisinde yer aldığı takdirde LDL kolesterolü düşürerek kan lipit profilini iyileştirdiği yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. Ancak bu tür gıdalar ile ilgili genel tavsiyelerde bulunmadan önce toplumun genelinde, hedeflenen farklı popülasyonlarda diyetetik alışkanlıklar dikkate alınarak yapılacak klinik çalışmalara gereksinim vardır. Günlük alınması gereken besin ögesi miktarı yaş ve cinsiyete göre farklılık gösterdiğinden dolayı yapılacak çalışmalarda bu faktörler dikkate alınmalıdır. Bunun yanında EPA ve DHA'nın vücutta farklı organlara hükmetmelerinden kaynaklanan hassasiyetten dolayı bu yağ asitlerinin gıdadaki dozu doğru bir şekilde ayarlanmalıdır.

Sonuç olarak, süt her gün tüketilen ve belirli besin öğelerinin alımını arttırmak üzere kullanılabilir iyi bir taşıyıcı gıda olarak kabul edilebilir. Cinsiyet, yaş ve

fizyoloji gibi faktörler dikkate alındığı taktirde uzun zincirli omega-3 yağ asitleri ve oleik asidin sütün zenginleştirilmesinde kullanımı mümkün gözükmetedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Wahrburg, U., 2004. What are the health effects of fat? *European Journal of Nutrition* 43 (Suppl 1): 1/6-1/11.
- [2] Lopez-Huertas E., 2010. Health effects of oleic acid and long chain omega-3 fatty acids (EPA and DHA) enriched milks. A review of intervention studies. *Pharmacological Research* 61: 200–207.
- [3] Arterburn, L. M., Hall, E. B., Oken, H., 2006. Distribution, interconversion, and dose response of *n*-3 fatty acids in humans. *American Journal of Clinical Nutrition* 83 (suppl): 1467S–1476S.
- [4] Eseceli H., Değirmencioglu A., Kahraman R., 2006. Omega Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı Yönünden Önemi. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs, 2006, Bolu, Türkiye, Bildiriler Kitabı sy: 403-406.
- [5] Connor, W.E., 2000. Importance of *n*-3 fatty acids in health and disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 71 (suppl): 171S-175S.
- [6] Thorsdottir, I., Hill, J., Ramel, A., 2004. Omega-3 fatty acid supply from milk associates with lower type 2 diabetes in men and coronary heart disease in women. *Preventive Medicine* 39: 630 – 634.
- [7] Narayan B., Miyashita K., Hosakawa M., 2006. Physiological effects of eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA)—a review. *Food Reviews International* 22 (3): 291-307.
- [8] Williams, C.M., 2000. Dietary fatty acids and human health. *Annual Zootechnology* 49: 165-180.
- [9] Ruxton, C. H. S., Reed, S. C., Simpson, M. J. A., Millington K. J., 2004. The health benefits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: a review of the evidence. *Journal of Human Nutrition and Dietetics* 17: 449–459.
- [10] Calder, P.C., 2004. *n*-3 Fatty acids and cardiovascular disease: evidence explained and mechanisms explored. *Clinical Science* 107: 1-11.
- [11] Klanowski, W., Laufenberg, G., 2006. Enrichment of food products with polyunsaturated fatty acids by fish oil addition. *European Food Research and Technology* 222 (3-4): 472-477.
- [12] Mori, T.A., Bao, D.Q., Burke, V., Puddey, I.B., Beilin, L.J., 1999. Docosahexaenoic acid but not eicosapentaenoic acid lowers ambulatory blood pressure and heart rate in humans. *Hypertension* 34: 253–260.
- [13] MacLean, C.H., Newberry, S.J., Mojica, W.A., Khanna, P., Issa, A.M., Suttorp, M.J., Lim, Y.W., Traina, S.B. Hilton, L., Garland, R., Morton, S.C., 2006. Effects of omega-3 fatty acids on cancer risk: a systematic review. *Journal of the American Medical Association* 295 (4): 403-415.
- [14] Leitzmann, M.F., Stampfer, M.J., Michaud, D.S., Augustsson K., Colditz, G.C., Willett W.C., Giovannucci, E.L., 2004. Dietary intake of *n*-3 and *n*-6 fatty acids and the risk of prostate cancer. *American Journal of Clinical Nutrition* 80: 204-216
- [15] Horrocks, L.A., Yeo, Y.K., 1999. Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA). *Pharmacological Research* 40 (3): 211-225.
- [16] Innis S. M., 2008. Dietary omega 3 fatty acids and the developing brain. *Brain Research* 1237: 35-43.
- [17] Guesnet, P., Alessandri, J-M., 2011. Docosahexaenoic acid (DHA) and the developing central nervous system (CNS) - Implications for dietary recommendations. *Biochimie* 93: 7-12.
- [18] Hashimoto, M., Hossain, S., Shimada, T., Sugioka, K., Yamasaki, H., Fujii, Y., Ishibashi, Y., Ichiro Oka, J., Shido, O., 2002. Docosahexaenoic acid provides protection from impairment of learning ability in Alzheimer's disease model rats. *Journal of Neurochemistry* 81 (5): 1084-1091.
- [19] Sinclair, A. J., Begg, D., Mathai, M., Weisinger R. S., 2007. Omega 3 fatty acids and the brain: review of studies in depression. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 6 (Suppl 1): 391-397.
- [20] Iso, H., Rexrode, K.M., Stampfer, M.J., Manson, J.E., Colditz, G.A., Speizer, F.E., Hennekens, C.H., Willett, W.C., 2001. Intake of fish and omega-3 fatty acids and risks of stroke in women. *JAMA-Journal of the American Medical Association* 285 (3): 304-312.
- [21] He, K., Rimm, E.B., Merchant, A., Rosner, B.A., Stampfer, M.J., Willett, W.C., Ascherio, A., 2002. Fish consumption and risk of stroke in men. *JAMA* 288 (24): 3130-3136.
- [22] Şahingöz, S., 2007. Omega-3 yağ asitlerinin insan sağlığına etkileri. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi* 21: 1-13.
- [23] Kris-Etherton, P.M., 1999. Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease. *Circulation* 100: 1253-1258.
- [24] Estévez-González, M.D., Saavedra-Santana, P., Betancor-León, P., 1998. Reduction of serum cholesterol and low-density lipoprotein cholesterol levels in a juvenile population after isocaloric substitution of whole milk with a milk preparation (skimmed milk enriched with oleic acid). *Journal of Pediatrics* 132: 85-89.
- [25] Romeo, J., Wärnberg, J., García- Marmol, E., Rodríguez- Rodríguez, M., Diaz, L.E., Gomez-Martínez, S., Cueto, B., López-Huertas, E., Cepero, M., Boza, J.J., Fonollá, J., Marcos, A., 2011. Daily consumption of milk enriched with fish oil, oleic acid, minerals and vitamins reduces cell adhesion molecules in healthy children. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases* 21: 113-120.
- [26] Cobiac, L., Clifton, P.M., Abbey, M., Belling, G.B., Nestel, P.J., 1991. Lipid, lipoprotein, and hemostatic effects of fish vs fish-oil *n*-3 fatty acids in mildly hyperlipidemic males. *American Journal of Clinical Nutrition* 53: 1210-1216.
- [27] Harris, W.S., 1997. *n*-3 fatty acids and serum lipoproteins: human studies. *American Journal of Clinical Nutrition* 65 (5 Suppl): 1645S-1654S.
- [28] Visioli, F., Rise, P., Plasmati, E., Pazzucconi, F., Sirtori, C., Galli, C., 2000. Very low intakes of *n*-3 fatty acids incorporated into bovine milk reduce plasma triacylglycerols and increase HDL-cholesterol concentrations in healthy subjects. *Pharmacological Research* 41: 571-576.

- [29] Baró, L., Fonollá, J., Peña, J.L., Martínez-Férez, A., Lucena, A., Jiménez, J., Boza, J.J., López-Huertas, E., 2003. *n*-3 fatty acids plus oleic acid and vitamin supplemented milk consumption reduces total and LDL cholesterol, homocysteine and levels of endothelial adhesion molecules in healthy humans. *Clinical Nutrition* 22 (2): 175-182.
- [30] Carrero, J.J., Baró, L., Fonollá, J., González-Santiago, M., Martínez-Férez, A., Castillo, R., Jiménez, J., Boza, J.J., López-Huertas, E., 2004. Cardiovascular effects of milk enriched with  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids, oleic acid, folic acid, and vitamins E and B6 in volunteers with mild hyperlipidemia. *Nutrition* 20: 521-527.
- [31] Goyens, P.L.L., Mensink, R.P., 2006. Effects of alpha-linolenic acid versus those of EPA/DHA on cardiovascular risk markers in healthy elderly subjects. *European Journal of Clinical Nutrition* 60: 978-984.
- [32] Castro, I.A., Monteiro, V.C.B., Barroso, L.P., Bertolami, M.C., 2007. Effect of eicosapentaenoic/ docosahexaenoic fatty acids and soluble fibers on blood lipids of individuals classified into different levels of lipidemia. *Nutrition* 23: 127-137.
- [33] Fonollá, J., López-Huertas, E., Machado, F.J., Molina, D., Álvarez, I., Mármol, E., Navas, M., Palacín, E., García-Valls, M.J., Remón, B., Boza, J.J., Martí, J.L., 2009. Milk enriched with "healthy fatty acids" improves cardiovascular risk markers and nutritional status in human volunteers. *Nutrition* 25: 408-414.
- [34] Salmerón, L.M., Ramos, V.E., Carrero, J.J., Baró, L., López-Huertas, E., Ros, E., 2004. Supplementation with *n*-3 fatty acids, oleic acid and folic acid enriched milk: beneficial effects on the clinic and on lipid profile in free- living peripheral vascular disease (PVD) patients. *18th European Society for Vascular Surgery (ESVS) Congress*, September, 2004, Innsbruck, Austria. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 8:51-52 (abs.).
- [35] Carrero, J.J., López-Huertas, E., Salmeron, L.M., Baró, L., Ros, E., 2005. Daily supplementation with (*n*-3) PUFAs, oleic acid, folic acid, and vitamins B-6 and E increase pain-free walking distance and improves risk factors in men with peripheral vascular disease. *Journal of Nutrition* 135: 1393-1399.
- [36] Carrero, J.J., Fonollá, J., Martí, J.L., Jiménez, J., Boza, J.J., López-Huertas, E., 2007. Intake of fish oil, oleic acid, folic acid, and vitamins B6 and E for 1 year decreases plasma C-reactive protein and reduced coronary heart disease risk factors in male patients in a cardiac rehabilitation program. *Journal of Nutrition* 137: 384-390.
- [37] Benito, P., Caballero, J., Moreno, J., Gutiérrez-Alcántara, C., Muñoz, C., Rojo, G., Garcia, S., Soriguer, F.C., 2006. Effects of milk enriched with  $\omega$ -3 fatty acid, oleic acid and folic acid in patients with metabolic syndrome. *Clinical Nutrition* 25: 581-587.
- [38] EFSA. 2009. Opinion of the scientific panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from the Commission related to labelling reference intake values for *n*-3 and *n*-6 polyunsaturated fatty acids. *EFSA Journal* 1176:1-11.
- [39] Garaiova, I., Guschina, I.A., Plummer, S.F., Tang, J., Wang, D., Plummer, N.T., 2007. A randomised cross-over trial in healthy adults indicating improved absorption of omega-3 fatty acids by pre-emulsification. *Nutrition Journal* 6: 4.

## Bazı Bitkisel Liflerin Gıda Emülsiyonları Üzerine Etkileri

Onur Ketenoğlu, Aziz Tekin

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

Geliş Tarihi (Received): 20.07.2012, Kabul Tarihi (Accepted): 12.10.2012

Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [tekin@ankara.edu.tr](mailto:tekin@ankara.edu.tr) (A. Tekin)

☎ 0 312 596 14 35 📠 0 312 317 87 11

### ÖZET

Bitkisel liflerin düşük kalorili oluşu ve gerek bağırsak gerekse metabolik fonksiyonlar üzerine sağladığı yararların anlaşılmasıyla, endüstri ve tüketici diyet liflerin öneminin farkına daha iyi varmıştır. Artık gıdaların var olan diyet lif miktarları artırılmaya ve/veya yüksek lif içerikli yeni gıdalar üretilmeye çalışılmaktadır. Tüm bu eğilimlere kulak verildiğinde, diyet liflerin günlük beslenmedeki önemine kayıtsız kalmak mümkün olmamaktadır. Gıda endüstrisinde ve günlük diyetimizde oldukça önemli bir yer kaplayan emülsiyon ürünleri de kuşkusuz bu eğilimden etkileneyecektir. Bu derleme çalışmasında, bazı bitkisel liflerin genel özellikleriyle birlikte, emülsiyon oluşturma ve stabilite üzerine etkilerine değinilmiş ve bu lifleri içeren emülsiyonlarla yapılan son çalışmalardan elde edilen bulgular irdelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Emülsiyon, Diyet lif, Stabilite, Emülgatör

### Effects of Some Vegetable Fibers on Food Emulsions

#### ABSTRACT

The interest of food industry and customers on dietary fibers has recently increased because of the low calorie composition and benefits of dietary fibers on either intestines or metabolic functions. Food products are being enriched by dietary fiber or novel food products with high fiber contents are being produced. According to this trend, it is impossible not to pay attention to the importance of dietary fibers on a regular daily diet. Thus, emulsions, which take a large part of food industry, will be also influenced by this trend. In this study, some general properties of dietary fibers and their effects on emulsion forming and stability are reviewed based on recent studies.

**Key Words:** Emulsion, Dietary fiber, Stability, Emulsifier

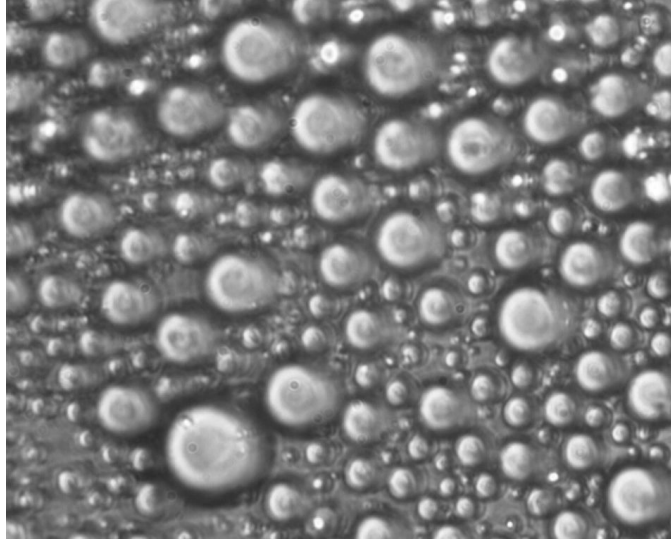
#### GİRİŞ

Gıda endüstrisinde doğal ve işlenmiş gıdaların önemli bir kısmı ya tamamen emülsiyon halinde bulunmaktadır ya da işlenme süreçlerinin bir bölümünde emülsiyon haline getirilmişlerdir. Bu ürünlere süt, krema, meyveli içecekler, çorba, salata sosları, mayonez, dondurma, kahve beyazlatıcılar, tereyağı ve margarin örnek olarak verilebilir [1]. Emülsiyon bazlı ürünlerin çok sayıda fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklerinin bulunması, bu ürünlerin hazırlanışında kullanılan malzemelerin ve hazırlanma yöntemlerinin de çeşitlenmesine yol açmıştır. Bu çeşitliliğe rağmen, tüm emülsiyonlarda ortak olan bir

takım özellikler vardır ve bu özellikler de “emülsiyon bilimi” adı altında incelenmektedir ki bu bilim kimya, fizik, biyoloji ve mühendisliğin ortak bir ürünüdür.

Spesifik özelliklere sahip olan emülsiyon bazlı bir gıda ürününün üretilmesi, kullanılan hammaddelerin konsantrasyon ve çeşitlerinin uygun olmasına ve uygun işleme, depolama, nakliyat ve kullanım koşullarına bağlıdır. Hammaddelere örnek olarak su, yağ, emülgatör, mineral, asit, baz, vitamin, renklendirici ve koruyucu maddeler gösterilebilir. Geleneksel olarak gıda endüstrisi emülsiyon ürünü üretirken, ürün formülasyonunun ve proses koşullarının da geleneksel

olmasına güvenir. Ancak, değişen tüketici tercihlerine daha ucuz, daha kaliteli, daha sağlıklı ve ilgi çekici ürünler ile yanıt vermek zorunda olan modern gıda sanayinde, bugün bu yaklaşım geçersiz kalmaktadır [2, 3]. Bu makalede de, değişen tüketici tercihleri ve diyet liflerinin tüm dünyadaki kullanımının yaygınlaşmasına paralel olarak, emülsiyonlarda bazı bitkisel (diyet) liflerin kullanımı ve bu liflerin emülsiyonlar üzerine olan etkilerine değinilmiştir.



Şekil 1. Bir emülsiyon sistemindeki damlacıkların ışık mikroskobu altındaki görünümü [4]

Bir emülsiyon sisteminde, emülsiyon ortamını oluşturan faza dış faz, dış faz içinde dağılan faza ise dispers faz ya da iç faz adı verilir. Bu iki fazın birbirlerine göre olan durumları emülsiyon çeşitlerini oluşturur. Temelde iki tip emülsiyon mevcuttur: Su içinde yağ (o/w) ve yağ içinde su (w/o). Bir o/w emülsiyonunda dış faz su iken, iç fazı oluşturan yağ damlacıkları su içinde küçük kürecikler halinde dağılmıştır. Bu tip o/w emülsiyona örnek olarak süt, krema, salata sosları verilebilirken; yağ içinde su (w/o) tip emülsiyonlara ise tereyağı örnek olarak verilebilir.

Bu temel emülsiyon tipleri dışında çoklu emülsiyonlar oluşturmak da mümkündür. Bunlar w/o/w ya da o/w/o tip emülsiyonlardır [5]. Bir w/o/w emülsiyon sisteminde, emülsiyon ortamını oluşturan dış faz sudur. Dış faz içinde dağılmış halde bulunan yağ damlacıklarının da arasında su damlacıklarının dağılmış halde bulunması bu tip emülsiyonu oluşturur [6]. Ancak bu tip emülsiyonları oluşturmak oldukça zordur, çünkü yağ damlacıklarının içinde bulunan su damlacıklarının stabil olması gerektiği gibi, yağ damlacıklarının da içinde bulunduğu su ortamında stabil olması gerekmektedir.

Oluşturulacak emülsiyon sisteminin tipi ne olursa olsun, bir emülsiyon sisteminin oluşabilmesi için 3 temel kural vardır [7]:

- Sıvılar birbirinin içinde çözünmemelidir

## EMÜLSİYONLAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Emülsiyon, birbiri içerisinde çözünmeyen iki sıvının birinin diğeri içerisinde küçük damlacıklar halinde dağılmasıyla oluşur [Şekil 1]. Bu dağılım, üretilecek olan emülsiyonun ve hammaddenin özelliklerine uygun olarak dizayn edilmiş homojenizatörler ile sağlanır. Bugün gıda endüstrisinin yaygın olarak kullandığı homojenizatörlere kolloid değirmenler, yüksek basınçlı valfli homojenizatörler, yüksek hızlı karıştırıcılar örnek verilebilir.

- Yeterli homojenizasyon sağlanmalıdır
- Yüzey gerilimini düşürücü yardımcı maddeler (emülgatörler) kullanılmalıdır.

## BITKİSEL LİFLER HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Bitkisel lif, ince bağırsakta sindirilemeyen bitkisel gıda bileşenlerinin heterojen karışımları için kullanılan genel amaçlı bir ifadedir. Gordon'un 1999 yılındaki ifadesi ise diyet lif tanımında son zamanlarda en yaygın kullanılanıdır: "Diyet lif yenilebilen bitkisel hücrelerin kalıntılarını, polisakkaritleri, lignini ve insan metabolizmasının sindirim enzimlerine dayanıklı maddelerin birleşimini içerir" [8].

Bitkisel liflerin fonksiyonel özelliklerinin sağlık açısından oldukça faydalı oldukları bilimsel çalışmalarla kanıtlanmıştır. Bitkisel lifce zengin gıdaların tüketimi durumunda, yağ metabolizmasında rol alan safra asitleri lifler tarafından absorbe edilip dışkı ile atılmakta, böylece kandaki kolesterol seviyesinin düşmesi sağlanmaktadır [9].

Diyet liflerin glisemik endekse bağlantısını inceleyen çalışmalarda ise, belirli miktarda lif tüketiminin kana glikozun geçiş hızını azalttığı ve böylece insülin hormonu salgılanmasını belirli bir düzeyin altında tuttuğu ifade edilmiştir [10, 11]. Ayrıca bitkisel lifce zengin



gıdalar, bağırsak fonksiyonlarının düzenlenmesinde ve kolon kanseri, hemoroid, kronik kabızlık gibi çeşitli bağırsak hastalıklarının azaltılmasında da önemli bir role sahiptir.

Toplam lif terimi hem suda çözünebilir hem de çözünemeyen lifleri içermektedir. Gıdada bulunan

bitkisel liflerin yaklaşık %75'i suda çözünmez formdadır. Çözünmez lifler genellikle buğday, tahıl ve bazı sebzelerde bulunan selüloz, lignin ve hemiselüloz gibi hücre duvarı bileşenlerini içerir. Tablo 1'de bazı gıdaların içerdikleri bitkisel lif bileşenleri görülmektedir.

Tablo 1. Bazı gıda gruplarının içerdikleri bitkisel lif bileşenleri

Bitkisel lif bileşeni	Bulunduğu gıda grubu / maddesi
Selüloz	Kepek, baklagiller, elma, kök sebzeler, bezelye, lahana
Hemiselüloz	Tahıl ürünleri, kepek
Gam maddeleri	Yulaf unu, baklagiller, arpa
Pektin	Elma, turuncgiller, çilek
Lignin	Kök sebzeler, buğday
Ksiloglukan	Meyve-sebze, tahıl dışındaki tohumlar

Çözünmez lif, gıdanın bağırsaktaki geçiş süresini kısaltır, dışkı miktarını artırır ve dışkıyı yumuşatır [12, 13]. Çözünür lif ise meyve, yulaf, arpa ve bazı baklagillerde bulunan pektin, gum maddeleri ve müsilaj gibi selüloz olmayan polisakaritleri kapsamaktadır [14]. Çözünür lifler glikoz absorpsiyonunu yavaşlatır, bağırsaklık sistemini güçlendirir ve serum kolesterol düzeyini azaltır [14].

İnsan sağlığı üzerine yaptıkları söz konusu olumlu etkileri nedeniyle, dünyada bitkisel liflerin tüketimi hızla yaygınlaşmakta, toplum bitkisel lif içeren gıdalara doğru yönelmekte ve bilim adamları da bitkisel liflerin gıdalar üzerindeki etkilerini inceleyen çok sayıda araştırmalar yapmaktadır.

## YAYGIN OLARAK KULLANILAN BAZI BİTKİSEL LİFLER VE BUNLARIN GIDA EMÜLSİYONLARI ÜZERİNE ETKİLERİ

### Pektin

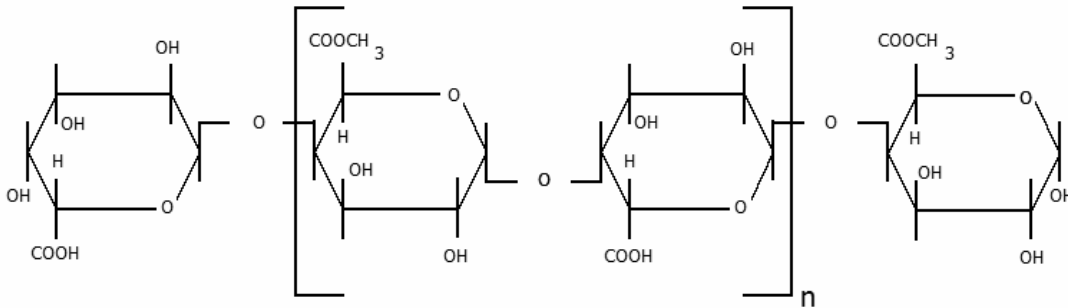
Pektin molekülü birbirine 1,4 bağı ile bağlanan  $\alpha$ -D-galaktronik asit ünitelerinin oluşturduğu uzun zincirden meydana gelmektedir [Şekil 2]. Bitkilerin hücre duvarlarında bulunan pektin, genellikle selüloz ile birlikte bulunarak çözünmez protopektini oluşturur. Meyvenin olgunlaşması sırasında ise protopektin pektine dönüşür.

Pektik bileşikler meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunur. Tablo 2'de pektinin yaygın olarak bulunduğu bazı gıda maddeleri görülmektedir. En fazla turuncgill kabukları, elma posası, şeker pancarı küspesi ve ayçiçeği tohum tablalarından üretilir. Dünyada üretilen pektinin büyük çoğunluğu gıda sanayinde, özellikle reçel yapımında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tablo 2. Bazı gıda maddelerinin içerdikleri pektin miktarları [14]

Gıda	Pektin miktarı (g / 100 g)
Elma	0.39-0.49
Elma posası	15-20
Muz	0.55-0.68
Üzüm	0.7
Greyfurt	0.65
Limon	0.63
Portakal	0.57
Havuç	0.72-1.01
Kivi	0.85
Ayçiçeği tablası	25.0

Pektinin jel oluşturma özelliğinin yanında, proteinlerle birlikte kullanıldığında emülgatör özelliğine de sahiptir [15]. Ayrıca Delev ve Simeonova [15] bir bitkisel lif olan pektinin kalori içeren bir ürün olmadığını, proteinlerle birlikte görülen bu emülgatör etkisi nedeniyle düşük kalorili emülsifiye ürünlerde rahatlıkla kullanılabileceğini ve ayrıca pektin ilavesinin proteinlerin sahip olduğu emülsiyon özelliklerini geliştirdiğini ifade etmişlerdir.



Şekil 2. Pektin molekülünün ve metoksilli pektin molekülünün şematik gösterimi

## Guar Gam

Guar gam, guar bitkisinin tohumlarından elde edilen ve galaktoz ve mananın birbirine glikozid bağlarıyla bağlanmasıyla oluşan, yüksek molekül ağırlıklı doğal bir hidrokolloid polisakarittir ve kimyasal olarak galaktomannan adıyla anılır. Sıcak veya soğuk suda çözünür, viskoziteyi artırır. Gıda endüstrisinde kıvam artırıcı ve emülsifiye edici olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır. Guar gamın kıvam artırıcı özelliği mısır nişastasının yaklaşık 8 katıdır ve bu özelliği nedeniyle soslarda ve süt ürünlerinde tercih edilmektedir.

Erçelebi ve İbanoğlu'nun 2009'da yaptıkları araştırma sonuçlarına göre [16], %0.5 düzeyinde guar gam katılarak hazırlanmış emülsiyonlar daha ince kayma gerilimi göstermiş ve emülsiyonların konsistens indeksi ve viskozitesi artmıştır. Yapılan çalışmada, WPI (whey protein isolate)-guar gam karışımı ile stabilize edilmiş emülsiyonlara dinamik reolojik testler uygulanmış ve emülsiyonların düşük frekanslarda sıvı gibi davrandığı, buna karşın, yüksek frekanslarda ise katı davranış gösterdikleri belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, guar gam katılmış emülsiyonların viskoelastik özellik gösterdiği yorumu yapılmıştır.

## Akasya Gamı

Afrika'nın, kuzeyde Sahra Çölü, güneyde ekvator, doğuda Somali ve batıda da Senegal ile çevrilmiş bir bölgesinde yetişen *Acacia senegal* başta olmak üzere, belirli tür akasya ağaçlarının gövde ve dallarından sızan reçinenin kurutulması ile elde edilen akasya gamı galaktoz, arabinoz, ramnoz ve glukronik asitten oluşmaktadır. Gıda endüstrisinde şekerleme üretiminde kaplama maddesi ve emülgatör olarak kullanılan akasya gamı, kolalı ve turuncu renkli içeceklerin üretiminde emülgatör, aroma maddelerinin muhafazasında ve ekmek yapımında da kaplama materyali olarak geniş bir kullanım alanı bulmaktadır.

Akasya gamı gıda endüstrisinde emülgatör olarak yaygın bir biçimde uzun zamandır kullanılmaktadır, ancak emülsiyon sistemindeki çalışma mekanizması son yıllarda açığa çıkarılmıştır. Emülsiyon sisteminde akasya gamının, yağ-su ara yüzeyinde kalın viskoelastik filmler oluşturduğu, bu nedenle emülsiyonun yüzey reolojik özelliklerinin ve stabilitesinin kullanılan akasya gamının molekül ağırlığına ve içerdiği protein miktarına bağlı olduğu belirtilmiştir [17].

## Mısır Lifi Gamı

Hemiselüloz sınıfına ait bir arabinoksilan olan mısır lifi gamı (CFG), mısır lifi fraksiyonlarından alkali hidrojen peroksit uygulaması ile ekstrakte edilmektedir [18]. CFG, düşük viskozitesi ve yüksek çözünürlüğü sebebiyle gıda endüstrisinin uzun zamandır ihtiyacı olan fonksiyonel ve ucuz emülgatör ihtiyacını karşılamaktadır ve CFG'nin yapışkanlaştırıcı, kıvam artırıcı, stabilize edici, film oluşturucu ve emülsifiye edici gibi özellikleri mevcuttur [19]. Ancak mısır kepeğinin yapısal ve moleküler karmaşıklığı nedeniyle, emülsiyon sistemlerindeki

stabilizatör etkisinin mekanizması henüz tam olarak anlaşılamamıştır.

Yadav ve ark.'ın yaptıkları çalışmada [20], CFG'nin diğer gam maddelerine göre emülsiyon stabilitesine olan etkileri 10 gün süresince incelenmiş ve elde edilen sonuçlara göre CFG'nin emülsiyon sisteminde, özellikle gıda endüstrisinde emülgatör olarak yaygın bir biçimde tercih edilen akasya gamına göre, daha yüksek türbidite gösterdiği yani daha stabil bir emülsiyon oluşturduğu saptanmıştır. Özet olarak söylenebilir ki, CFG molekülünde protein ve diğer hidrofobik gruplarla kombine halde bulunan hidrofobik yağ grupları, emülsiyondaki yağ damlacıklarını adsorbe ederek adeta bir çapa görevi görmektedir. CFG'nin hidrofobik karbonhidrat kısmı ise sulu faza doğru yayılarak yağ damlacıklarını sterik etkiyle stabilize ettiği sonucuna varılmıştır.

## Hidroksipropil Selüloz

Hidroksipropil selüloz (HPC) odunsu yapılardan elde edilen dalanmış yapıları bir polisakarittir. Krema üretiminde yaygın olarak kullanılan HPC, hava-su ve yağ-su ara yüzeylerinde yüzey aktif özellik gösteren bir kıvamlaştırıcı biyopolimerdir. Ticari olarak HPC, çeşitli organik çözücülerde ve soğuk suda çözünen selüloz esterleri olarak mevcuttur.

Mezdour ve ark.'ın HPC'nin emülsiyon özelliklerini araştırdıkları çalışmada [21] elde ettiği sonuçlara göre, HPC çok düşük konsantrasyonlarda bile yüzey aktif özelliğe sahiptir. Yine bu çalışmada, lesitin HPC'den daha çok yüzey aktif olduğu ancak, HPC'nin ara yüzeyde enerjiyi dağıttığı ve lesitine oranla yüzey elastikiyetini daha fazla düşürdüğü gözlenmiştir. Ayrıca, HPC içermeyen emülsiyonların damlacık boyutunun arttığı, buna bağlı olarak da emülsiyon stabilitesinin azaldığı ifade edilmiştir. Emülsiyondaki damlacık boyutu küçük de olsa, tek başına lesitin kullanımının stabiliteyi sağlamak için yeterli gelmediği, lesitine ek olarak HPC kullanıldığında stabilitede önemli bir artış olduğu ifade edilmiştir.

## SONUÇ

Yapılan araştırma sonuçlarına göre, gıda emülsiyonlarında stabiliteyi artırmak ve daha iyi bir emülsiyon oluşumunu sağlamak amacıyla kullanılan, ya da ileride kullanımının yaygınlaşması düşünülen bitkisel lifler, gerçekten de emülsiyonlar üzerinde söz konusu etkileri sağlamakta ve emülsiyon ürünlerini tüketici tercihlerine daha uygun hale getirmektedir. Emülsiyon üretiminde halen kullanılan başlıca emülgatörlerle birlikte kullanıldıklarında ise, bitkisel liflerin etkileri daha da belirgin olmaktadır. Bu etkileri sağlayan bitkisel liflerin kullanıldığı "lifli emülsiyon ürünleri" gerek sağlıklı olmaları, gerekse tüketici memnuniyetini sağlayabilmeleri nedeniyle, yakın gelecekte raflarda yerlerini alacaklardır.

## KAYNAKLAR

- [1] Friberg, S.E., Larsson, K., Sjoblom, J., 2004. *Food Emulsions*, 4th ed., Marcel Dekker, New York, NY.
  - [2] Sloan, A.E. 2003. Top 10 trends to watch and work on. *Food Technology* 56(4): 55.
  - [3] Mermelstein, N.H., 2002. Food research trends—2003 and beyond. *Food Technology* 66(12): 30.
  - [4] Ketenoğlu, O., 2010. Yüksek Kayma Hızında Parçalanmış Bazı Bitkisel Liflerin Emülsiyon Stabilitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
  - [5] Garti, N., Benichou, A., 2004. Recent developments in double emulsions for food applications. In "Food Emulsions", 4th ed., Friberg, S., Larsson, K., Sjoblom, J., Eds., Marcel Dekker, New York, NY.
  - [6] Benichou, A., Aserin, A., Garti, N., 2002a. Double emulsions stabilized by new molecular recognition hybrids of natural polymers. *Polymers for Advanced Technologies* 13: 1019.
  - [7] Chen G., Tao, D., 2005. An experimental study of stability of oil-water emulsion. *Fuel Processing Technology* 86(5): 499–508.
  - [8] Gordon, D.T., 1999. Defining dietary fiber—a progress report. *Cereal Foods World* 44(5): 336.
  - [9] Anderson, J.W., 1987. Dietary fiber, lipids and atherosclerosis. *The American Journal of Cardiology* 60: 17-22.
  - [10] Lindstrom, J., Peltonen, M., Eriksson, J.G., Louheranta, A., Fogelholm, M., Uusitupa, M., Tuomilehto, J., 2006. High-fibre, low-fat diet predicts long-term weight loss and decreased type 2 diabetes risk: the Finnish Diabetes Prevention Study. *Diabetologia* 49(5): 912–20.
  - [11] Murakami, K., Sasaki, S., Okubo, H., Takahashi, Y., Hosoi, Y., Itabashi, M., 2007. Dietary fiber intake, dietary glycemic index and load, and body mass index: a cross-sectional study of 3931 Japanese women aged 18–20 years. *Eur. J. Clin. Nutr.* 61(8): 986–95.
  - [12] Marlett, J.A., McBurney, M.I., Slavin, J.L. 2002. Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. *J. Am. Diet. Assoc.* 102: 993–1000.
  - [13] Institute of Medicine. 2002. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC: *National Academy Press*.
  - [14] Susan, S.Cho., Dreher, M.L., 2001. Handbook of Dietary Fiber. Marcel Dekker, Inc., New York, USA, 868 s.
  - [15] Delev, P.G., Simeonova, L.S., 1995. Emulsifying properties of protein-pectin complexes and their use in oil containing foodstuffs. *J. Sci. Food Agric.* 68: 203–206.
  - [16] Erçelebi, E.A., İbanoğlu, E., 2009. Rheological properties of whey protein isolate stabilized emulsions with pectin and guar gum. *Eur Food Res Technol.* 229:281–286.
  - [17] Dickinson, E., Murray, B.S., Stainsby, G., Anderson, D.M.W., 1988. Surface activity and emulsification behaviour of some Acacia gums. *Food Hydrocolloids* 2: 477.
  - [18] Yadav, M.P., Johnston, D.B., Hotchkiss, A.T., Hicks, K.B., 2007. Corn fiber gum: a potential gum arabic replacer for beverage flavor emulsion. *Food Hydrocolloids* 21: 1022–1030.
  - [19] Mikkonen, K.S., Yadav, M.P., Cooke, P., Willfor, S., Hicks, K.B., Tenkanen, M., 2008. Films from spruce galactoglucomannan blended with poly(vinyl alcohol). Corn arabinoxylan and konjac glucomannan. *BioResources* 3(1): 178–191.
  - [20] Yadav, M.P., Johnston, D.B., Hicks, K.B., 2009. Corn fiber gum: New structure/function relationships for this potential beverage flavor stabilizer. *Food Hydrocolloids* 23: 1488–1493.
  - [21] Mezdoor, S., Lepine, A., Erazo-Majewicz, P., Ducept, F., Michon, C., 2008. Oil/water surface rheological properties of hydroxypropyl cellulose (HPC) alone and mixed with lecithin: Contribution to emulsion stability. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 331: 76-83.
- 
-

## Probiyotik Bakterilerin Düşük Sıcaklık Stresine Adaptasyonu

Firuze Ergin, Emine Mine Çomak Göçer, Ayşe Aşçı, Ahmet Küçükçetin

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

Geliş Tarihi (Received): 24.09.2012, Kabul Tarihi (Accepted): 17.11.2012

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [kucukcetin@akdeniz.edu.tr](mailto:kucukcetin@akdeniz.edu.tr) (A. Küçükçetin)

☎ 0 242 310 65 69 📠 0 242 227 45 64

### ÖZET

Besleyici değeri ve sağlık ile ilgili olumlu özellikleri nedeniyle son yıllarda probiyotik ürünlerin tüketimine ilgi artmaktadır. Probiyotik bir gıdanın tüketimi esnasında en az  $10^6$ - $10^7$  kob/g probiyotik bakteri içermesi gerekmektedir. Ancak pek çok probiyotik ürün bu koşulu sağlayamamaktadır. Probiyotik bir bakterinin endüstriyel prosesler esnasında ve tüketimi sonrası sindirim sisteminde karşılaştığı stres koşullarına (düşük ve yüksek sıcaklık, düşük asitlik, safra tuzu stresi vs.) karşı direnç göstererek canlı kalması gerekmektedir. Probiyotik bakterileri çevresel stres koşullarından koruyabilmek amacı ile çok sayıda yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri de probiyotik bakterilerin stres faktörlerine karşı adaptasyonunun sağlanmasıdır. Probiyotik bakterilerin düşük sıcaklık stresine adaptasyonu protein sentezinde ve hücre zarındaki yağ asidi bileşiminde meydana gelen değişim ile gerçekleşmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Probiyotik, Stres, Düşük sıcaklık, Adaptasyon

### Adaptation of Probiotic Bacteria to Low Temperature Stress

#### ABSTRACT

In recent years, there has been a growing interest in consuming probiotic products mainly due to the nutritional value and healthy aspects associated with these products. Probiotic food must contain a minimum of  $10^6$ - $10^7$  cfu/g of probiotic bacteria at use-by day. On the other hand many probiotic products fail to meet this standard. Probiotic bacteria should remain alive when exposed to stress conditions (high and low temperature, low acidity, bile stress etc.) during industrial processes and after the consumption in the digestive system. Numerous strategies have been developed to protect probiotic bacteria against environmental stresses. One of them is the adaptation of probiotic bacteria to stress factors. Adaptation of probiotic bacteria to low temperatures takes place with changing protein synthesis, and fatty acid composition of bacteria cell membrane.

**Key Words:** Probiotic, Stress, Low temperature, Adaptation

#### GİRİŞ

Günümüzde tüketiciler; sağlıklı, güvenilir ve dengeli beslenme kavramına uygun gıdaları tercih etmektedirler. Bu gıdalar arasında probiyotik bakteri içerenler, hem sağlıklı bir yaşam sürdürülebilmesi için hem de çeşitli hastalıkların tedavisinde doğal biyolojik ürünleri destekleyici olarak kullanılmaktadır. Probiyotikler; insan orijinli, sağlığa ilişkin olumlu özellikler gösteren, patojen olmayan, toksin üretmeyen, patojenlere karşı

antagonistik etkiye sahip, asit ve safra tuzlarına dayanıklılık gösterip canlı olarak bağırsak sistemine geçebilen, bağırsak hücrelerine tutunabilen, antimikrobiyal bileşikler oluşturabilen ve bağırsak mikrobiyotasını stabilize edebilen canlı mikrobiyal gıda katkı maddeleridir [1]. Bakteriyel kaynaklı kolon hastalıklarının oluşum riskini azaltmak amacıyla sindirim sisteminde bulunan yararlı mikroorganizmaların desteklenmesi çalışmaları, probiyotik ürünlere yönelik ilginin artmasını sağlamıştır. Başta fermente süt ürünleri

olmak üzere, fermente et ürünlerinin, bebek mamalarının ve geliştirilme aşamasında olan pek çok gıdanın üretiminde probiyotik bakteriler kullanılabilmektedir [2].

Birçok faktör probiyotik bakterilerin ürün içinde canlılığını sürdürmesini etkileyebilmektedir. Bu faktörler arasında probiyotik bakteri türü, ortamın pH'sı, hidrojen peroksit ve çözülmüş oksijen varlığı, laktik asit ve asetik asit gibi metabolitlerin konsantrasyonu, aşılama miktarı, inkübasyon sıcaklığı ve süresi ile depolama koşulları yer almaktadır [3]. Söz konusu faktörlere bağlı olarak probiyotik bakterilerin canlılığı ve stabilitesindeki azalma, çeşitli uygulamalarla önlenmeye ya da en aza indirmeye çalışılmaktadır. Bu önlemler arasında gıdada kullanılmak üzere asit ve tuza dayanıklı suşların seçimi, oksijen geçirgenliği olmayan ya da düşük oksijen geçirgenliği olan ambalaj kullanımı (plastik ambalaj yerine cam ambalaj kullanımı gibi), iki basamaklı fermantasyon uygulanması, prebiyotik kullanımı ve askorbik asit ilavesi yer almaktadır [4]. Bununla birlikte, son yıllarda probiyotik bakterilerin canlılığını geliştirmek üzere yapılan araştırmalar mikroenkapsülasyon uygulaması ve bakterilerin stres koşullarına karşı direnç mekanizmalarının geliştirilmesi konuları üzerine yoğunlaşmıştır [5].

Bakterilerin gelişmesini veya çoğalmasını olumsuz yönde etkileyen herhangi bir zararlı faktöre/ortama stres adı verilmektedir. Bakteriler farklı stres koşullarıyla (yüksek ve düşük sıcaklık, düşük asitlik, yüksek ozmotik basınç vs.) karşılaştıkları zaman maruz kaldıkları stres koşuluna karşı farklı direnç mekanizmaları geliştirmektedir. Bakteriler, geliştirdikleri mekanizmalar ile olumsuz koşullara ve ani çevresel değişikliklere karşı uyum gösterebilmektedir. Stres koşulları altında bakterilerde meydana gelen bu fizyolojik değişiklikler strese adaptasyon (yanıt) olarak adlandırılmaktadır [6,7]. Gıdaların işlenmesi sırasında veya tüketiminden önce bakterilerin ölüm eşiği altındaki (sublethal) stres koşullarına maruz kalması bakterilerde strese yanıtı tetiklemekte ve böylelikle bakteriler uygulanan strese adaptasyon sağlayarak canlılıklarını koruyabilmektedir [8].

## DÜŞÜK SICAKLIK STRESİ

Probiyotik bakteriler, starter kültürler ile probiyotik ürünlerin üretimi ve dondurularak depolanması sırasında düşük sıcaklık stresine maruz kalmaktadır [9]. Düşük sıcaklıklarda probiyotik bakteriler canlılıklarını sürdürebilmek için enzimatik reaksiyonların yavaşlaması, hücre zarının akışkanlığının azalması, RNA polimeraz aktivitesinin bozulması ve proteinlerin zarar görmesine neden olan ozmotik basıncın artması gibi birçok durum ile mücadele etmek zorundadır. Düşük sıcaklık sonucu bakterilerin inhibisyonu ise öncelikle hücre zarının zarar görmesine ve DNA'nın denatürasyonuna dayandırılmaktadır. Bakterilerin düşük sıcaklıklara adaptasyonu hücrenin protein sentezindeki ve hücre zarının yağ asidi bileşimindeki değişimler ile gerçekleşmektedir [10].

## Protein Sentezindeki Değişimler

Bakterilerin düşük sıcaklık stresine karşı sentezlediği proteinler genellikle soğuk şok proteinleri (Csp's) olarak adlandırılmalarına karşın, büyüklüklerine ve düşük sıcaklığın uygulanış yöntemine göre soğuk ortama adaptasyon proteinleri (Caps) ya da soğukla uyarılmış proteinler (Cips) olarak isimlendirilmektedir. Csp's ani sıcaklık düşüşlerinde hızlı bir şekilde geçici olarak uyarılırken, Caps düşük sıcaklıklarda gelişim süresince sentezlenmektedir. Cips, molekül ağırlığı genellikle 10 kDa'dan büyük Csp's'dir. Laktik asit bakterilerinde düşük sıcaklığa yanıt üzerine yapılan araştırmalar tamamen Csp's üzerine odaklanmıştır. Csp's, bakteri hücrelerinde birçok işlevi yerine getirmektedir. Düşük sıcaklık streşi sonucunda bakteride genetik aktarımı ve protein sentezini sağlayan replikasyon, transkripsiyon ve translasyon işlemlerini engelleyen DNA ve RNA'nın ikincil yapıları oluşmaktadır. Csp's, bakteri DNA ve RNA'sının ikincil yapılarının oluşumunu engellemek ve transkripsiyonu kolaylaştırmak için geçici olarak sentezlenen küçük proteinlerden oluşmaktadır [10].

Yapılan çalışmalarda *E. coli*'de soğukla indüklenebilen 16 protein bulunmuş ve bu proteinlerden 12 tanesi tanımlanmıştır. Bunlar; CspA ailesi ile birlikte RecA, H-NS, GyrA, NusA, PNP, Hsc66, Hsp70, IF2, CsdA ve RbfA'dır. CspA ailesi; üyeleri 69 ile 74 amino asitten oluşan, izoelektrik noktaları yaklaşık 5.5-10.7 arasında değişen,  $\beta$ -barrel yapıda dokuz proteinden (CspA, CspB, CspC, CspD, CspE, CspF, CspG, CspH ve CspI) oluşmaktadır [11-13]. CspA'nın en önemli özelliklerinden biri de yapısında iki adet RNA bağlama bölgesi (RNP1 ve RNP2) içermesidir. Bu özellik sayesinde RNA ve DNA'nın tek iplikçilerine bağlanabilmekte ve RNA şaperonu olarak işlev gösterebilmektedir. *E. coli*'de bulunan CspA ailesi üyelerinden dördü (CspA, CspB, CspG ve CspI) soğukla sentezlenmekteyken; CspD durma evresinin başında besin yetersizliğinde, CspC ile CspE ise 37°C'de normal gelişim süresince sentezlenmektedir. CspH ve CspF'nin ne zaman sentezlendiği ve görevleri henüz tam bilinmemektedir. Bu proteinler, optimum gelişme sıcaklığında ve düşük sıcaklıklarda tek tek ya da birlikte hücrenin canlılığına ve gelişimine katkı sağlamaktadır [14]. Bununla birlikte Csp's ve diğer benzer proteinler, bazı laktik asit bakterilerinde de tespit edilmiş ve tanımlanmıştır [7].

Wouters ve ark. [15] yaptıkları bir çalışmada, sublethal düşük sıcaklık streşi uygulanmış *Lactococcus lactis* MG1363'ün dondurma-çözündürme işlemi sonunda canlı kalma düzeyini ve protein sentez miktarlarını incelemişlerdir. Araştırmacılar, çoğalma evresinin ortasına kadar 30°C'de M17 besiyerinde geliştirilen *L. lactis* MG1363'ü 4, 10, 20°C'lerde 2 ile 4 saat sublethal düşük sıcaklık stresine maruz bırakmış ve -20°C'de 24 saat tutmuşlardır. Çalışmada, 10°C'de 2 saat sublethal düşük sıcaklık stresine maruz bırakılmış *L. lactis* MG1363'ün sayısı sublethal stres uygulanmamış *L. lactis* MG1363'e göre 10 kat daha fazla bulunurken, 10°C'de 4 saat sublethal stres uygulanmış *L. lactis* MG1363'ün sayısının stres uygulanmamışa göre 100 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte 30°C'de geliştirilen *L. lactis* MG1363'de toplam sentezlenen

protein miktarı içinde yaklaşık %0.1 CspD ve %1.6 CspE saptanırken, CspA, CspB, CspC ve CspF tespit edilememiştir. 10°C'de 4 saat sublethal stres uygulanmış *L. lactis* MG1363'de ise toplam sentezlenen protein miktarı içinde CspB yaklaşık %1.5, CspD %3.5, CspE %3.1 ve CspF %1.7 oranında belirlenirken, CspA ile CspC saptanamamıştır. Ayrıca *L. lactis* MG1363'e sublethal düşük sıcaklık stresi uygulanması sırasında besiyeri ortamına protein sentezini engelleyen chloramphenicol (100 µg/ml) ilave edildiğinde, dondurma-çözündürme işlemi sonunda *L. lactis* MG1363'ün canlı kalma düzeyinde sublethal stres uygulanmamış *L. lactis* MG1363'e göre herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Çalışmada, adaptasyon mekanizması için protein sentezinin gerekli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (LL40-1, LL41-1, LL43-1) ve *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (LC10-1, LC11-1, LC12-1) suşlarının stres koşullarına adaptasyonunun incelendiği bir çalışmada, çoğalma evresindeki bakteriler 10°C'de 2 saat sublethal düşük sıcaklık stresine maruz bırakıldıktan sonra -20°C'de 24 saat tutulmuştur. 30°C'de çoğalma ve durma evresine kadar geliştirildikten sonra dondurma işlemi uygulanmış bakteri suşları ile sublethal düşük sıcaklık stresi uygulanarak dondurma işlemi uygulanan bakteri suşlarının canlı kalma düzeyleri karşılaştırılmıştır. 30°C'de geliştirilen *L. lactis* subsp. *lactis* ve *L. lactis* subsp. *cremoris* suşları dondurma işleminden sonra canlılıklarını önemli düzeyde kaybetmiştir. Bununla birlikte sublethal düşük sıcaklık stresine maruz bırakılan *L. lactis* subsp. *lactis* suşlarının tümünde canlı kalma düzeyinin 30°C'de geliştirilen *L. lactis* subsp. *lactis* suşlarına göre daha fazla olduğu tespit edilirken, sublethal düşük sıcaklık uygulamasının *L. lactis* subsp. *cremoris* suşlarının canlı kalma düzeyini etkilemediği belirlenmiştir. 30°C'de durma evresine kadar geliştirildikten sonra -20°C'de 24 saat tutulan *L. lactis* subsp. *cremoris* LC12-1 suşu dışındaki bütün suşların canlı kalma düzeyinin, 30°C'de çoğalma evresine kadar geliştirilen suşlara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir [16].

*S. thermophilus* CNRZ302 suşunun düşük sıcaklığa karşı verdiği yanıt ve Csp sentezinin incelendiği bir çalışmada; 42°C'de çoğalma evresinin ortasına (OD<sub>600</sub>=0.5) kadar geliştirilen bakteriye, 10°C ve 20°C'de 2 ile 4 saat sublethal düşük sıcaklık stresi uygulanmıştır. Uygulamadan sonra *S. thermophilus* CNRZ302, -20°C'de 24 saat tutulmuş ve 30°C'de 4 dakika süre ile çözündürülmüştür. *S. thermophilus* CNRZ302'nin canlılık durumunun incelenmesi amacıyla mikrobiyolojik analizler sublethal düşük sıcaklık stresi uygulamasından ve dondurma-çözündürme işleminin art arda 4 kez uygulanmasından sonra yapılmıştır. Sublethal düşük sıcaklık stresi uygulanmayan *S. thermophilus* CNRZ302'nin dondurma-çözündürme işlemlerinden sonra canlı kalma oranı %0.01 olarak belirlenmiştir. Çalışmada, 20°C'de 2 saat süre ile sublethal düşük sıcaklık stresi uygulanan *S. thermophilus* CNRZ302'nin canlı kalma oranı sublethal düşük sıcaklık stresi uygulanmayan *S. thermophilus* CNRZ302'ye göre 100 kat daha fazla tespit edilirken, 20°C'de 4 saat sublethal

düşük sıcaklık stresine maruz bırakılan *S. thermophilus* CNRZ302'nin canlı kalma oranının sublethal düşük sıcaklık stresi uygulanmayan *S. thermophilus* CNRZ302'ye göre 1000 kat daha fazla olduğu ortaya konulmuştur. Bununla birlikte 10°C'de 2 ve 4 saat süre ile sublethal düşük sıcaklık stresi uygulandığında *S. thermophilus* CNRZ302'nin canlı kalma oranının sublethal düşük sıcaklık stresi uygulanmayan *S. thermophilus* CNRZ302'ye göre sırasıyla 5 ve 10 kat daha fazla olduğu saptanmıştır. Sublethal düşük sıcaklık stresi uygulaması sırasında gelişim ortamına protein sentezini engelleyen chloramphenicol (100 µg/ml) ilave edilmesinin *S. thermophilus* CNRZ302'nin düşük sıcaklığa olan adaptasyonunu engellediği, dolayısıyla adaptasyon işlemi için protein sentezinin gerekli olduğu belirtilmiştir. 20°C'de 2 ve 4 saat süre sublethal düşük sıcaklık stresi uygulaması ile sırasıyla 14 ve 18 adet Csp sentezlendiği saptanmıştır. 10°C'de 4 saat sublethal düşük sıcaklık stresi uygulamasından sonra ise sadece 4 tane Csp sentezlendiği tespit edilmiştir [17].

### Hücre Zarındaki Yağ Asidi Bileşiminde Değişimler

Düşük sıcaklık stresine karşı bakterilerin verdiği diğer bir yanıt, hücre zarındaki yağ asidi bileşiminin değişimidir. Dondurma sonrası bakteri hücresinin canlılığı üzerine hücre zarının bütünlüğü ve makromoleküllerin denatürasyonu etkilidir [18]. Bakteriler düşük sıcaklıklara maruz kaldıklarında hücre zarları katılaşmakta ve temel işlevlerini (taşıma, enerji üretimi, hücre bölünmesi) yerine getirememektedir. Bu nedenle bakterilerin, düşük sıcaklıklara adaptasyonu için hücre zarlarının akışkanlığını arttırmaları gerekmektedir. Bakteriler; hücre zarındaki uzun ve kısa zincirli yağ asitlerinin oranını, yağ asitlerinin doymamışlık oranını, yağ asitlerinin cis-trans oranlarını, karotenoid oranını, polar grupların büyüklüklerini ve yüklerini değiştirerek hücre zarlarının akışkanlığını arttırabilmektedir. Ancak söz konusu bu değişimler karşılaştırıldıklarında, yağ asitlerinin doymamışlık oranı ve izomerizasyonlarının değişimi ile karotenoid düzeyindeki değişim düşük sıcaklıklarda hücre akışkanlığını korumada daha önemli yer tutmaktadır [19].

Doymamış yağ asitleri grupları hücre zarının akışkanlığını arttırmaktadır. Çünkü doymamış yağ asitleri doymuş yağ asitlerine göre hücre zarının yapısını daha düzensiz hale getirmektedir. Bakteri, hücre zarının yapısında bulunan doymuş yağ asitlerinin doymamış yapıya dönüştürülmesi ile düşük sıcaklığa karşı hızlı tepki verilebilmektedir. Hücre zarının akışkanlığını arttırabilecek değişimlerden biri de yağ asidi zincirlerinin uzunluğunun azalmasıdır. Kısa zincirli yağ asitlerinde daha az sayıda C-C bağı bulunması ve erime sıcaklıklarının uzun zincirli yağ asitlerine göre daha düşük olması zar akışkanlığının sürdürülmesinde etkili olmaktadır [20].

Murga ve ark. [21] yaptıkları bir çalışmada, farklı sıcaklıklarda geliştirilen *L. acidophilus* CRL640 suşunun dondurma-çözündürme sırasında davranışları ile hücre zarındaki yağ asidi bileşimleri karşılaştırılmıştır. *L. acidophilus* CRL640, 25°C'de 72 saat (M25), 30°C'de 24 saat (M30), 37°C'de 18 saat (M37) ve 40°C'de 16 saat

(M40) inkübe edilerek durma evresine kadar geliştirilmiştir. Durma evresindeki *L. acidophilus* CRL640, -20°C'de 24 saat tutulduktan sonra 37°C'de 5 dakika süre ile çözündürülmüştür. Dondurma-çözündürme işleminden önce ve sonra *L. acidophilus* CRL640'ın dondurma işlemine direnci ve hücre zarındaki yağ asidi bileşimi belirlenmiştir. Farklı sıcaklıklarda geliştirilen *L. acidophilus* CRL640'ın dondurma-çözündürme işleminden sonra canlı kalma oranları M25 için %67, M30 için %23, M37 için %16 ve M40 için %14 olarak saptanmıştır. Gelişme sıcaklığı 25°C olanın dışındaki *L. acidophilus* CRL640'ların yağ asidi bileşimleri benzer bulunmuştur. Dondurma-çözündürme işleminden sonra M25 ile M37 örnekleri karşılaştırıldığında M25'in hücre zarında heksadekanoik asit (C 16:0) oranı 2 kat, oktadekadienoik asit (C 18:2) oranı 5 kat daha fazla bulunurken, 10 hidroksioktadekanoik asit (C 18:0, 10-OH) ve siklopropan asit (cyc 19:0) oranının ise 2 kat düşük olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, 25°C'de gelişen *L. acidophilus* CRL640'ların dondurma-çözündürme işlemine karşı direnç olmasının temel nedeninin hücre zarında C 16:0 ve C 18:2 yağ asitlerinde meydana gelen artış olduğu sonucuna varılmıştır.

Zavaglia ve ark. [22] *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un CIDCA331, CIDCA332 ve CIDCA333 suşlarının, *L. delbrueckii* subsp. *lactis*'in CIDCA132 ve CIDCA133 suşlarının ve *L. acidophilus* CIDCA134 suşunun dondurma-çözündürme işlemi sonunda hücre zarlarındaki yağ asidi bileşimini incelemiştir. Çalışmada bakteriler durma evresine kadar geliştirildikten sonra -20°C'de dondurulup 37°C'de 5 dakika süre ile çözündürülmüştür. Bakterilere aynı koşullarda ikinci kez dondurma-çözündürme işlemi uygulanmıştır. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* CIDDA332 dışındaki bakterilerin hücre zarlarındaki yağ asidi bileşimi benzer bulunmuştur. Miristik, palmitik, palmitoleik, oleik ve cyc 19:0 yağ asitlerinin bakterilerin hücre zarlarındaki yağ asidi bileşiminin %90'ını oluşturduğu saptanmıştır. Bunun yanında bazı suşların hücre zarlarında az miktarda lavrik, miristoleik, pentadekanoik, heptadekanoik, margaoleik ve stearik yağ asitleri tespit edilmiştir. Dondurma-çözündürme işlemlerinden sonra *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* CIDCA331, CIDCA332 ve CIDCA333 suşlarının, *L. delbrueckii* subsp. *lactis* CIDCA132 ile CIDCA133 suşlarının ve *L. acidophilus* CIDCA134'ün hücre zarında doymamış yağ asitlerinin oranı sırasıyla %42.8, %43.0, %48.8, %66.8, %70.2 ve %46.3 olarak belirlenirken, cyc 19:0 yağ asidi oranları sırasıyla %14.0, %27.2, %12.8, %1.5, %2.5 ve %15.5 olarak tespit edilmiştir. Hücre zarında tespit edilen cyc 19:0 yağ asidinin oranı suşlara göre oldukça farklılık göstermiştir. Çalışmanın sonucunda; hücre zarında düşük doymamış yağ asidi oranına sahip bakteri suşlarının dondurma-çözündürme işlemine karşı direnç gösterebilmek için hücre zarlarında cyc 19:0 yağ asidi oranını artırdığı ortaya konulmuştur.

Farklı sıcaklıklarda (25°C ve 37°C) geliştirilen *L. acidophilus* CRL640'ın dondurma-çözündürme sonrası hücre zarı stabilitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada 37°C'de gelişen *L. acidophilus* CRL640'ın dondurma işlemine karşı daha duyarlı olduğu ve

dondurma işlemi sırasında *L. acidophilus* CRL640 sayısının %87 oranında azaldığı tespit edilmiştir. 25°C'de geliştirilen *L. acidophilus* CRL640'ın sayısının ise dondurma işleminden sonra %33 oranında azaldığı belirlenmiştir. 25°C'de geliştirilen *L. acidophilus* CRL640'nın hücre zarında kardiolipin ve triglikozidigliserit kısımları azalmıştır. Bununla birlikte kardiolipin, diglikozidigliserit ve fosfatidigliserol kısımlarında bulunan C16:0 ile C 18:2'nin oranı sırasıyla 2 ve 5 kat artarken, nötral lipit ve kardiolipin kısımlarında bulunan cyc 19:0 ve C18:0, 10-OH yağ asitlerinin miktarı azalmıştır. Çalışma sonunda sublethal düşük sıcaklığa maruz bırakılan bakterinin donma işlemine karşı direncinin arttığı tespit edilmiştir [23].

## SONUÇ

Yapılan çalışmalar, sublethal düşük sıcaklık stresine maruz kalan probiyotik bakterilerin endüstriyel proseslerde karşılaştıkları düşük sıcaklık uygulamalarına karşı adapte olabildiğini göstermektedir. Stres koşullarına adaptasyon ile probiyotik bakteriler, olumsuz çevre koşullarına karşı farklı savunma mekanizmaları geliştirerek gıda sistemleri içerisinde canlılıklarını koruyabilmektedir. Gıda üretimi ve depolanması sırasında karşılaştığı düşük sıcaklık stresinden olumsuz etkilenen probiyotik bakterilerin gıda sistemleri içerisinde canlı kalma düzeylerini arttırmaya yönelik çalışmaların artarak devam etmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Erişir, D., 2005. Dondurma Üretiminde Probiyotik Bakteri ve Fruktooligosakkarit Kullanımının Ürün Özelliklerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 74 ss. İzmir.
- [2] Menrad, K., 2003. Market and marketing of functional food in Europe. *Journal of Food Engineering* 56(2-3): 181-188.
- [3] Donkor, O.N., Henriksson, A., Vasilyevic, T., Shah, N.P., 2006. Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt during cold storage. *International Dairy Journal* 16: 1181-1189.
- [4] Şener, A., 2009. Serbest ve Mikroenkapsüle Probiyotik Bakterilerin Ticari Dondurma Üretiminde Kullanılabilirliği Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [5] Sanders, M.E., Marco, M.L. 2010. Food formats for effective delivery of probiotics. *Annual Review of Food Science and Technology* 1: 65-85.
- [6] Dikici, A., 2009. Çevresel stres faktörlerine karşı bakteriyel adaptasyonlar ve mekanizmaları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 4 (3): 59-68.
- [7] Van De Guchte, M., Serror, P., Chervaux, C., Smokvina, T., Ehrlich, S., Maguin, E., 2002. Stress responses in lactic acid bacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 82: 187-216.
- [8] Corcoran, B.M., Stanton, C., Fitzgerald, G.F., Ross, R.P. 2008. Life under stress: The probiotic stress response and how it may be manipulated. *Current Pharmaceutical Design* 14: 1382-1399.

- [9] Yılmaz, B. Ç. 2008. *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* BLL27 Suşunda Farklı Stres Koşullarının Nisin Üretimi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [10] Girgis, H.S., Smith, J., Luchansky, J.B., Klaenhammer, T.R. 2003. Stress Adaptations of Lactic Acid Bacteria. In: A. E. Yousef and V. K. Juneja (Editors), Microbial stress adaptation and food safety. CRC Press, 159–211 pp, Boca Raton, Florida.
- [11] Thieringer, H.A., Jones, P.G., Inouye, M., 1998. Cold shock and adaptation. *BioEssays* 20: 49–57.
- [12] Trevors, J.T., Bej, A.K., Mojib, N., Van Elsas, J.D., Van Overbeek, L., 2012. Bacterial gene expression at low temperatures. *Extremophiles* 16: 167–176.
- [13] Yamanaka, K., Fang, L., Inouye, M., 1998. The CspA family in *Escherichia coli* : multiple gene duplication for stress adaptation. *Molecular Microbiology* 27(2): 247–255.
- [14] Derzelle, S., Hallet, B., Francis, K.P., Ferain, T., Delcour, J., Hols, P., 2000. Changes in cspL, cspP, and cspC mRNA abundance as a function of cold shock and growth phase in *Lactobacillus plantarum*. *Journal of Bacteriology* 182 (18): 5105.
- [15] Wouters, J.A., Jeynov, B., Rombouts, F.M., De Vos, W.M., Kuipers, O.P., Abee, T., 1999. Analysis of the role of 7 kDa cold-shock proteins of *Lactococcus lactis* MG1363 in cryoprotection. *Microbiology* 145: 3185–3194.
- [16] Kim, W.S., Ren, J., Dunn, N.W. 1999. Differentiation of *Lactococcus lactis* subspecies *lactis* and subspecies *cremoris* strains by their adaptive response to stresses. *FEMS Microbiology Letters* 171: 57-65.
- [17] Wouters, J.A., Jeynov, B., Rombouts, F.M., De Vos, W.M., Kuipers, O.P., Abee, T., 1999. Cold shock proteins and low-temperature response of *Streptococcus thermophilus* CNRZ302. *Applied and Environmental Microbiology* 65(10): 4436-4442.
- [18] De Angelis, M., Gobbetti, M., 2004. Environmental stress responses in *Lactobacillus*: A review. *Proteomics* 4: 106–122.
- [19] Shivaji, S., Prakash, J.S.S., 2010. How do bacteria sense and respond to low temperature? *Archives Microbiology* 192: 85–95.
- [20] Beales, N., 2003. Adaptation of microorganisms to cold temperatures, weak acid preservatives, low pH, and osmotic stress: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 3: 1-20.
- [21] Murga, M.L.F., Cabrera, G.M., De Valdez, G.F., Disalvo, E.A., Seldes, A.M., 2000. Influence of growth temperature on cryotolerance and lipid composition of *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of Applied Microbiology* 88: 342–348.
- [22] Zavaglia, A.G., Disalvo, E.A., De Antoni G.L., 2000. Fatty acid composition and freeze-thaw resistance in lactobacilli. *Journal of Dairy Research* 67: 241-247.
- [23] Murga, M.L.F., De Valdez, G.F., Disalvo, E.A., 2001. Effect of lipid composition on the stability of cellular membranes during freeze-thawing of *Lactobacillus acidophilus* grown at different temperatures. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 388(2): 179–184.
- 
-



## Fonksiyonel Gıda Olarak Yumurta: Bileşenleri ve Fonksiyonel Özellikleri

Muhammed Yüccer, Riza Temizkan, Cengiz Caner

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çanakkale

*Geliş Tarihi (Received): 15.11.2012, Kabul Tarihi (Accepted): 14.12.2012*

✉ *Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): ccaner@comu.edu.tr (C. Caner)*

☎ 0 286 218 00 18 📠 90 286 218 05 41

### ÖZET

Fonksiyonel gıdalar, bilinen besleyici etkilerinin yanı sıra insan sağlığının iyileştirmede ve/veya hastalıkların engellenmesi üzerinde olumlu etkiler sağlayabilen ürünlerdir. Yapılarında buldukları üstün biyolojik protein, vitamin ve mineraller, doğal aktif bileşenleriyle yumurta 'doğal fonksiyonel gıda' olarak tanımlanmaktadır. Yapılan bu çalışmada hayvansal kaynaklı en yaygın fonksiyonel doğal gıda olan yumurta ve yumurta bileşenleri, fonksiyonel özellikleri hakkında bilgiler derlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yumurta, Fonksiyonel gıda, Yumurta bileşenleri

### Egg as a Functional Food: Its Components and Functional Properties

#### ABSTRACT

Functional foods can provide a positive impact on the prevention of diseases and/or improve human health as well as their nutritional features. Egg is defined as 'natural functional food' with its superior biological structures; proteins, vitamins and minerals, natural active components. In this study, egg is the most common natural functional food of animal origin and its components and functional properties have been reviewed.

**Key Words:** Egg, Functional food, Egg components

#### GİRİŞ

Son yıllarda tüketicilerin hayat beklentilerinin artması, sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesi gibi nedenlerle tüketiciler gıdalardan beslenmenin de ötesinde bir takım faydalar sağlamayı beklemektedirler. Fonksiyonel gıdalar genel tanımı ile temel beslenmenin dışında sağlığa yarar sağlayabilen gıdalar olup son yıllarda tüketici talepleri doğrultusunda önemleri artmaktadır [1]. Ülkemizde bu pazarın büyüme trendi içerisinde olup, sadece yumurta sektöründe 2007 itibarıyla bu pazarın değeri bir önceki yıla göre %25 büyüyerek 1.5 milyar dolar seviyesine ulaştığı tahmin edilmektedir.

Günümüzde global dünyadaki ihtiyaçlara bakıldığında yumurtanın biyoaktif ve biyoyararlılığına sahip bileşenlerinin saflaştırılarak eldesi farklı sektörlerde ve

ürünlerde bunun değerlendirilmesi ve fonksiyonelliğinden yararlanılması esas alınmıştır. Hayvansal ürünler içerisinde ekonomik, üstün biyolojik değerli protein, vitamin ve mineralleri içeren, insan beslenmesinde günlük esansiyel yağ asitleri gereksinimini karşılayan yumurta 'doğal fonksiyonel gıda' olarak tanımlanmaktadır [2].

Türkiye'de kabuklu yumurta üretim miktarı 2007 verilerine göre 10.515.000.000 adettir (Tablo 1). Dünyada kişi başına yumurta tüketim sayısı ortalama 313 adet/yıl olup ülkemizde bu sayı 113 adet/yıldır (Tablo 2).

Tablo 1. Türkiye yumurta üretimi [5, 6]

Yıllar	Yumurta Üretimi (Milyon adet)
2003	9.192
2004	7.819
2005	8.397
2006	8.401
2007	10.515

Tablo 2. Dünya yumurta üretimi (1970-2006) [7]

Yıl	Yumurta (1 000 Ton)	Kişi Başına Tüketim adet/yıl
1970	19.544	100
1975	22.238	114
1980	26.225	134
1985	30.780	157
1990	35.250	180
1995	42.854	219
2000	51.730	265
2005	59.616	305
2006	61.111	313

### YUMURTA ve BİLEŞENLERİ

Yumurta, embriyomun gelişimi için gerekli olan tüm gelişim faktörlerini yapısında bulunduran tek gıda

Tablo 3. Yumurtanın kompozisyonu (100 g) [3]

Bileşen	Bütün Yumurta	Yumurta Akı	Yumurta Sarısı
Protein	12.0	10.2	16.1
Karbonhidrat	1.0	1.0	1.0
Yağ	10.9	-	34.1
Kül	1.0	0.68	1.69

### YUMURTA AKI BİLEŞENLERİ VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

Yumurta albümini olarak bilinmektedir. Yumurtanın yaklaşık olarak %58'ini oluşturmaktadır. Protein değeri açısından oldukça zengindir. Fonksiyonel bileşen olarak ovalbumin, lizozim, ovotransferrin, avidin, ovomusin, sistatin, ovostatin ve ovoinhibitör içermektedir. Yapısındaki proteinlerin yarısını ovalbumin oluşturur, geri kalanları ise; konalbumin, lizozim, ovomukoid ve diğer globulinler oluşturur. Ayrıca avidin adlı protein ısı ile denatüre olmakta ve pişmemiş-çiğ olarak yumurtada

maddesidir. Yumurtanın %9.5'ni kabuk kısmı, %63'nü yumurta akı ve %27.5'ni yumurta sarısı olup yumurta kabuğu mineral kaynağı, yumurta akı protein kaynağı ve yumurta sarısı yağ açısından önemli ve fonksiyonel bir biyoaktif bileşendir. Ayrıca koruyucu amaçla antibakteriyel, antiviral, anti-kanser ve hastalıklara karşı koruyuculuk gibi özellikleri yapısında bulundurmaktadır. Bir adet yumurta bir bireyin günlük yağ ihtiyacının %7.5'ni, doymuş yağ ihtiyacının %8'ni ve günlük kolesterol alım ihtiyacının %7'sini karşılamaktadır. Yumurta sarısı A, D, E ve K vitaminlerini içermekte olup yumurta akında B1 ve B12 vitaminleri bulunmaktadır. B2 ve B9 vitaminleri hem sarısında hem akında bulunmaktadır. Yumurta proteini diğer gıda proteinlerine göre yüksek biyoyararlılıkta olup bebeklerde düşük doğum ağırlığını azaltma, ideal kilo kontrolü ve ideal kas gelişiminde önemli yararları bulunmaktadır. Bunun yanında yumurta yüksek biyoyararlılık kolin içeriği ile çocukların beyin/zihin gelişiminde ve hafızayı güçlendirme ile yaşlanmaya bağlı hafıza kaybı riskini azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca kasantofil pigmenti ile katarakt ve kanser riskini azaltmaktadır [3, 4]. Kabuklu yumurtanın besin değeri içeriği Tablo 3'te verilmiştir.

bulunan biotin vitaminini bağlamaktadır. Araştırmacılar yumurta akını 40 farklı çeşit proteini yapısında bulundurduğunu bildirmişlerdir. Bunlar içerisinde fonksiyonel olarak en değerli olanları ovalbumin, ovotransferrin, ovomukoid ve lizozimdir. Yumurta akındaki oranları sırasıyla %51, 12, 11 ve 3.5 olarak belirlenmiştir [8]. Chen ve ark. [9] yumurta akı proteinlerinin kromatografik teknik ile ayrılması üzerine çalışmışlardır.

Tablo 4'te yumurta akında bulunan tüm proteinlerin listesi verilmiştir.

Tablo 4. Yumurta akı proteinleri [10]

Protein	Yumurta Akı İçerindeki Oranı (%)	Fonksiyonel Özelliği
Ovalbumin	51-54	Fosfoglikano proteindir.
Ovotransferrin (Konalbumin)	12	Metal iyonlarını bağlar. Enzim inhibitörüdür.
Ovomukoid	11	Tripsini inhibi eder.
Ovomusin	3.5	Sialoproteindir. Yumurta akına viskoz yapısını verir.
Lizozim	3.4	Hücre duvarını lize edilmesi Proteinleri "Lize" eder
Globulin	8.0	-
Ovoinhibitor	1.5	Serin proteazları inhibe eder.
Ovoglikoprotein	1.0	Sialoproteindir.
Ovoflavoprotein	0.8	Riboflavini bağlar.
Ovomakroglobulin	0.5	Güçlü antigenik özelliğe sahiptir.
Sistatin	0.05	Tiol proteazları inhibe eder.
Avidin	0.05	Biotini bağlar.

Yumurta akı gıda endüstrisinde yenilebilir kaplamalarda, beze ve acıbadem imalatında ayrıca helva ve benzeri proseslerde kullanılmaktadır.

### Ovalbumin

Yumurta akı proteinlerinin yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Yumurta akının fonksiyonel özellikleri arasında olan jel, köpük oluşturma ve emülsiyon kapasitesinden sorumludur. Etki mekanizmasının embriyonun bağışıklık sistemi ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca tümör gelişimini baskılayıcı etkisi kanıtlanmıştır. Ovalbuminden elde edilen ovokinin, tansiyonu ve kan basıncını düşürme etkisi ile eczacılıkta bazı tansiyon ilaçlarının üretiminde yararlanılmaktadır. Yumurta akının ana alergen bileşenidir [11].

### Ovomukoid

Yumurta akının fonksiyonel bir özelliği olan jel oluşturmada sorumludur. Yapısal olarak disülfid bağlarıyla bağlı bir glikoprotein olup sıcaklığa ve enzim hidrolizlerine karşı stabil bir yapısı bulunmaktadır. Polimerik mikropartikül ve porteolitik aktivitesinden ilaç sanayinde faydalanılmaktadır. Tanabe ve ark. [8] etanol solusyonu (%20'lik) ile yumurta akından %20'lik ovomukoid solusyonu elde etmeyi başarmışlardır. Tripsin ve proteinaz inhibitörü olarak bilinmektedir. Mikrobiyal gelişme için önemli olan tripsin gibi proteolitik enzimleri inhibe etmektedir [12].

### Lizozim

Gram pozitif bakterilerin hüce duvarı yapısında bulunan N-asetil-D-glucosamin adlı polisakaritin  $\beta$ -1,2- glikozit bağlarını katalizleyerek hidrolize eden bakteriyolitik bir enzim olup; yumurta akı proteininin %3.5'ini oluşturmaktadır. Ticari olarak saflaştırılabilmektedir. Gram pozitif bakterilere karşı potansiyel antimikrobiyal olup hücre duvarına karşı bakteriyolitik, bakteriyostatik ve bakterisidal etkisi belirlenmiştir [13].

Lizozim gıda muhafaza uygulamaları, uzun raf ömürlü gıdalar, yenilebilir filmler, antimikrobiyal paketlerde, peynirlerde geç şişme etkeni olan *Clostridium tybutyricum*'un inhibe edilmesinde, peynirlerde olgunlaşma safhasının hızlandırılmasında uygulanmaktadır. Ayrıca bira ve şarap imalatında laktik asit bakterilerinin kontrolünde, sebzelerde yüzey uygulaması ile bakteri gelişiminin önlenmesinde, çiğ balık ve etlerin muhafazasında ve işlenmiş tavuk eti muhafazasında kullanılmaktadır. Gıda dışı uygulamalarda ise eczacılıkta göz damlaları formülasyonunda ve deri, diş ve dişeti rahatsızlıklarının tedavisi ile veteriner ilacı imalatında yararlanılmaktadır [14].

Lizozim *Bacillus stearothermophilus*, *Clostridium thermosaccharolyticum*, *Clostridium tybutyricum* gibi mezofilik ve termofilik spor oluşturan bakterilerin gelişimini inhibe etmektedir. *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium jejuni*, *Yersinia enterocolitica* üzerinde litik aktivitesi söz konusudur [15]. Nisin ve EDTA ile oluşturduğu kompleksler ile Gram

negatif bakterilere karşı da inhibisyon etkisi olduğu belirlenmiştir [16].

Wan ve ark. [17] ultrafiltrasyon ile yumurta akındaki lizozimi ayırdıklarını bildirmişlerdir. Çalışmada Biomax 30DKa membran ile separasyon işlemi yapılmış ve %80 verim ile %94 saflıkta lizozim elde edilmiştir. Lee [18] zeolit, gibi çeşitli materyaller ile lizozimi tuzlu solüsyona adsorbe edilmesini sağlamıştır. Ancak Yang ve ark. [19] zayıf anyonik reçine ile lizozimin yumurta akından alınmasını başarmışlardır. Günümüzde her iki teknik yanında kristalizasyon işlemi ile lizozimin ayrılması ve saflaştırılması sağlanmaktadır. Günümüz ticari üretim prosesinde yumurta akı kolon içerisine yerleştirilmiş reçine üzerinden geçirilerek lizozime affinitesi olan reçine yardımı ile yumurta akı ve lizozim ayrılmaktadır. Daha sonra elde edilen lizozimin ultrafiltrasyon, separasyon ve filtrasyon ile safsızlıkları ayrılmakta ve lizozimin saf olarak elde edilmesi sağlanmaktadır [14].

### Avidin

Bakteriler için esansiyel enzim kofaktörü olan biotini bağlayarak mikrobiyal gelişmede inhibitör etki oluşturmaktadır. Yapısal olarak bir glikoprotein olup suda çözünmektedir. Çiğ olarak tüketiminde farelerde toksik etkisi belirlenmiştir. Avidinin biotin ile oluşturmuş olduğu avidin-biotin kompleksi antimikrobiyal özellikte olup özellikle gelişimi için biotine gereksinim duyan bakteri ve mayaları inhibe etmektedir. İnhibisyon etkisi belirlenen bazı mikroorganizma isimleri şöyledir; *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens* [20].

Avidin günümüzde ticari olarak saflaştırma yöntemi ile üretilebilmektedir. Tümör gelişimini T-cell ile yavaşlattığı tespit edilmiştir. Ayrıca anti-kanser ilaçlarında ve beyin ile ilgili ilaçların üretiminde yararlanılmaktadır. Avidin-biotin kompleksinden içermiş olduğu karboksil zinciri ile biyokimyada teşhis ve tanı uygulamalarında kullanılmaktadır [20].

### Konalbumin (Konalbumin-Ovotransferrin)

Yumurta antioksidantı olarak bilinmektedir. Çelat etkisi ile gram negatif mikroorganizmaların için elzem olan demiri ve diğer mineralleri bağlama özelliği bulunmaktadır. *Salmonella enteritidis* ve *Candida albicans*'ın hücre membranında antimikrobiyal etkisi bulunmaktadır. Ayrıca Gram pozitif *Staphylococcus aureus* ve gram negatif *Escherichia coli* üzerine bakterisidal etkisi kanıtlanmıştır. Antiviral etkisinin olduğu da bilinmektedir. Konalbumin bebek mamalarının formülasyonunda yer almakta olup bebeklerde ishal vakalarının tedavisinde yararlanılmaktadır. Eczacılıkta Sefalosporin (cephalosporin) adlı antibiyotığın temel bileşenidir [21].

### Ovomusin

Yapısal olarak  $\alpha$  ve  $\beta$  peptit bağlarına sahip olan makromolekül bir glikoproteindir. Yumurta akının viskozitesini ve fonksiyonel özelliklerini vermektedir.

Antiviral ve anti-tümör özelliği yanında kolesterolü düşürme gibi fonksiyonları da bulunmaktadır. İnsanlarda gribal enfeksiyonlara karşı koruyucu etkisi belirlenmiş olup domuzlarda viral deri hastalıklarına ve tavuklarda Newcastle bulaşıcı viral hastalıklarına karşı günümüzde kullanılmaktadır [22].

Ferreira ve ark. [23] yaptıkları çalışmada çiğ yumurta akından bactocatch mikrofiltrasyon yöntemi ile ovomusini ekstrakte ettiklerini ayrıca yumurta akının mikrobiyal yükünü düşürdüklerini bildirmişlerdir. Buna göre çalışma sonucunda yumurtanın köpürme özelliğinde ve viskozitesinde önemli bir değişiklik gözlenmezken mikrobiyal yük açısından kısmi bir düşüş kaydettiklerini ifade etmişlerdir.

### Sistatin

Sistin proteinazlarını (fisin, papain, katepsin) inhibe etmektedir. Yapısal olarak karbonhidrat olmayan 2 disülfid bağına sahiptir. A grubu *Streptococcus*'lara, *Salmonella typhimurium* ve *Porphyomonas gingivalis*'e karşı antimikrobiyal aktivitesi söz konusudur. Kanser, tümör ve metastaz riskini düşürmektedir [24].

### Ovomakroglobulin (ovostatin)

Yapısal olarak disülfid bağlarıyla bağlı bir glikoproteindir. Proteazlara karşı inhibisyon etkisi belirlenmiştir. *Pseudomonas aeruginosa* ve *Serratia marcescens*'e karşı etkilidir. [24]

### Ovoinhibitor

Ovomukoid gibi serin proteaz inhibitörüdür. Tripsin, kimotripsin ve elastaz gibi enzimleri ve birçok bakteriyel ve fungal proteinazları inhibe etmektedir. HIV gibi bazı viral hastalıkların kontrolünde ayrıca Alzheimer'e karşı etkili olduğu belirlenmiştir. İnsanlarda mutajenik ve kanserojenik etkenleri inhibe ettiği saptanmıştır [25].

### YUMURTA SARISI BİLEŞENLERİ VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

Yumurta sarısı trigliserol, fosfolipid ve sterol olarak 3 lipid grubu içermektedir. Ana fosfolipid, fosfotidil kolin ve lisitin yer almakta olup, sterol olarak kolesterol bilinmektedir. Yumurta sarısında protein kaynağı olan lipoprotein kompleksi olan lipovitellin ve lipovitellinin bulunmaktadır. Ayrıca fosfor kaynağı olarak fosvitin ve sülfür içeren livetinin yumurta sarısında bulunduğu tespit edilmiştir [26].

### Yumurta Sarısı Antikorları/Livetin (IgY)

Yumurta sarısının %16.6'sını oluşturmakta ve suda çözünmektedir. Yumurta allerjenidir. Uzun yıllardan beri insan ve hayvanlar için antikor temininde temel oluşturmaktadır.  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  olmak üzere 3 formu bulunur (2:5:3). Saflaştırılması ile ilgili bir çok literatür çalışması, patent ve uygulama bulunmaktadır. Diğer antikor kaynaklarına göre reçineler ile daha kolay elde edilebilir özelliği bulunmaktadır [27].

### Fosvitin

Bir protein olan yumurta sarısı Fosvitin'i en fazla fosfor içeren doğal protein olarak kabul edilir. Yumurta sarısının proteinlerinin %11'ini oluşturmaktadır. %10 fosfor ve %6.5 karbonhidrat içermektedir. Antioksidan özelliği ve demiri bağlama kapasitesi ile dikkat çekmektedir. Yumurta sarısındaki demirin %95'i fosvitin'e bağlı olarak bulunmaktadır. Demir ve bakır katalizörlerindeki fosfolipid oksidasyonlarını inhibe etmektedir. Bu yönüyle fosvitin doğal bir gıda antioksidantıdır. Yapısal olarak oldukça stabildir (110°C'de 40 dakika ısısal işleme dayanabilmektedir.) Antioksidan özelliği nedeniyle yağların oksidasyonunun önlenmesinde ve raf ömrünü uzatılması için gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Süt proteini Kazein'den bile daha fazla sayıda fosfor içerdiğinden yumurta sarısı fosvitin'i, fosfopeptid üretmek için çok iyi bir kaynak olarak düşünülmektedir [24, 28].

### Lipoproteinler - LDL

Yumurta sarısının 2/3'ünü oluşturmaktadır. Yumurta sarısındaki LDL'nin %89'u lipid ve %11'ini protein oluşturmaktadır. Lipidin %70'ini trigliserit, %4 kolesterol ve %26'sını fosfolipitler oluşturmaktadır. 0.982 yoğunlukta olup pH'dan bağımsız olarak suda çözünmektedir. Yumurta sarısına has olan emülsiyon kapasitesinden sorumludur [29].

### Lipoproteinler – HDL

Yumurta sarısının 1/6'sını ve proteinlerin %36'sını oluşturur. HDL'nin yapısını %75-80 protein ve %20-25 lipid oluşturmaktadır. Lipid'in %65'ini fosfolipid, %30'unu trigliserit ve %5 kolesterol oluşturmaktadır. Yoğunluğu 1.120 g/mL ile proteine yakınlık gösterir [30].

### Sialik Asit

Nöraminik asit olarak da adlandırılmaktadır. Mikroorganizma, toksin ve hormonların reseptörlerinde maskeleyen üzerine ve bağışıklık sisteminde etkilidir. Bazı mide enfeksiyonlarını engellediği gösterilmiştir [31].

### Sialyloligosakkaritler

Şelaza ve yumurta sarısı membranında bulunmaktadır. Hayvanlar ve insanlar için birçok yarar bulunmuştur. Virüslere karşı inhibisyon etkisi görülmüştür. *Salmonella enteritidis*'i inhibe ettiği belirlenmiştir [32].

### Yumurta Sarısı Yağ içeriği

Yumurta sarısı kuru maddesinin %60'ını yağ oluşturmaktadır. Bunun;

1. % 65'i trigliserid,
2. %29 fosfolipid (%86'sı fosfotidilkolin, %14'ünü fosfotidiletillenamin),
3. %5'i kolesterol,
4. %1'i serbest yağ asidi, ksantofil ve karotenoid oluşturmaktadır.

Yağ asidi dağılımı:

- A. %35 doymuş yağ asidi,
- B. %45'i tekli doymamış yağ asidi,
- C. %20'si çoklu doymamış yağ asididir.

Omega 3 yağ asitleri (w3): beyin gelişimi, işitme ve görme fonksiyonları için elzem bir bileşendir [10].

### Yumurta Sarısı Yağının Fonksiyonel Değeri

Eikosapentaenoik asit (EPA) ve Dokosaheksaenoik asit (DHA) gibi uzun zincirli yağ asitleri tüketiminin, kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi, erken dönemde zeka gelişimi, hastalıklara karşı direncin artması gibi olumlu etkileri mevcuttur [33]. Fosfotidilkolin omega 3 yağ asitlerinin amorfilik-polar olmayan kısmını oluştururken kolin polar kısmını temsil eder. Fosfotidilkolin plazma ve beyinde kolin düzeyinin artışı sağlanmaktadır. Ayrıca Alzheimer'e yakalanma ve semptomlarında iyileşme sağladığı tespit edilmiştir. Yumurtada bulunan fosfatidilkolin miktarı soya fasulyesindeki miktarın 3 katıdır. Kolin beyin ve karaciğer gelişimi için temel bir yapı birimidir. Ayrıca kanser riskini düşürmektedir. Günümüzde bebek mamalarının formülasyonunda yer almaktadır [24].

### Yumurta Sarısı Fosfolipidleri

Fosfat ve gliserol-fosfat içermektedir. Yumurta sarısının %31'ünü fosfolipit oluşturmakta olup bunlar;

- %73 ile fosfotidilkolin ,
- %15 ile fosfotidiletülenamin,
- %5.8 ile lipofosfotidilkolin ve
- %2.5 ile siphingomilin'dir.

Mikrokapsül sisteminde kullanılmaktadır. Eczacılıkta yüzey aktif bileşeni olarak kullanımı söz konusudur [34].

### YUMURTA KABUĞU BİLEŞENLERİ ve FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

Yumurta kabuğu yapısında bulunan porlar ile yumurtayı çevresel kaynaklı fiziksel ve mikrobiyal tehlikelere karşı korumakta ve yumurtanın su ve gaz değişimini/iletimini kontrol altında tutmaktadır [35]. Yumurtanın %9-12'sini yumurta kabuğu oluşturmaktadır. Yumurta kabuğunda %94 kalsiyum karbonat, %1 magnezyum karbonat, %1 kalsiyum fosfat ve %4 proteinlerin (glikoprotein, protoglikan vd) oluşturduğu organik bileşenler bulunmaktadır. Yumurta kabuğu membranı iki zardan oluşmakta olup yumurta akı ile temas eden zar %16 nitrojen, %2 sakkaritler ve %1.4 yağ içermektedir. Yumurta kabuğu kuru maddesinin %0.024 oranında uronic asit, glikozaminoglikan olarak %48 hyaluronik asit ve %52 ise galaktozaminoglikan oluşturmaktadır. Uronic asit ve glikozaminoglikan yumurta kabuğuna su tutma özelliği, dayanıklılık ve mukavemet kazandıran fonksiyonel bileşenlerdir. Yumurta kabuğu zarı daha çok yanık vakalarına karşı ve metal (Fe+3, Cu+2, Zn+2, Cd+2, Co+2, Ag+, Pt+2, ve Au+3) adsorpsiyon kapasitesinden yararlanmak için tercih edilmektedir. Protein içeriğinin düşük olması nedeniyle yaygın bir

kullanıma ulaşamamıştır. Ayrıca içerisindeki sistin, hidroksilinozoller ve desmozin'leri saflaştırma zorlukları bu kullanım kısıtlamasında etkili olmaktadır. Sistin miktarı membran içerisinde daha yüksek olup yapısal olarak keratin ile benzerlik göstermektedir. Kolajen tıpta pansuman uygulamalarında, deri yaralarının tedavisinde kullanılmaktadır. Yumurta kabuğu proteinleri son 15 yılda tanımlanıp biyokimyasal olarak karakterize edilmiş ve bir kısmının saflaştırma prosesi belirlenmiştir [36].

Schaafsma ve ark. [37] yumurta kabuğundan elde edilen yumurta kabuğu tozunun insan tüketimi için elverişli olup olmadığını araştırdıkları çalışmalarında yumurta kabuğu tozunun (Hollanda, Japon ve Slovak orjinli) mineral bileşimi, amino asit içeriği ve kalsiyum kaynağı açısından yumurta kabuğu ile arasında anlamlı bir fark tespit edememiştir [37].

Nakano ve ark. [38] yumurta kabuğundan glikozaminoglikan ekstraksiyonu üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada yumurta kabuğunun mineral kompozisyonu incelenmiş ve papain varlığında yumurta kabuğundan asetik asit dekalsifikasyon yöntemiyle glikozaminoglikan ekstrakte edilmiştir. Glikozaminoglikanlar eczacılık, kozmetik ve gıdada uygulama alanı bulmuştur. Hiyaluronik asit kozmetikte nemlendirici olarak ayrıca osteoartrit tedavisinde kullanılmaktadır. Kondroitin mayonezde emülsifiyer olarak kullanılmaktadır.

Ino ve ark. [39] yumurta kabuğu kollajen film membranın fiziksel ve biyokimyasal özelliklerini çözümler yumurta kabuğu proteini kullanarak arttırmışlardır. Bu amaçla yumurta kabuğu membranı performik asit oksidasyonu ve pepsin yardımı ile daha iyi bir lif yapısı ve yüksek sıcaklık stabilitesine sahip kollajen film elde edilmiştir.

Ahlborn ve ark. [40] yumurta kabuğu membranı ve yumurta akından lizozim, ovotransferrin ve  $\beta$ -NAGase izole etmişlerdir. Bu durum yumurta akı proteinlerinin bir kısmının yumurta kabuğu proteinine geçtiğini göstermektedir. Ayrıca aynı çalışma içerisinde yumurta kabuğu membranı proteinlerinin patojen bazı Gram pozitif ve Gram negatif bakterilerin ısıya karşı olan dirençlerini zayıflatarak bakterileri inhibe ettiğini tespit etmiştir. Çalışmada *Listeria monocytogenes* için 37°C'de 45 dakikada membran proteini ile yapılan inkübasyonda 3 log düşme kaydedilmiştir [40].

Yumurta kabuğu yemlere ilave edilerek canlıların kemik yapısının gelişmesi sağlanır. Ayrıca osteoporoz tedavilerinde kemiğin mineral yoğunluğunun artırılması amacıyla kullanımı söz konusudur. Yumurta kabuğu membranı ise yanıklara, metal zehirlenmelerine (Fe+3, Cu+2 gibi) karşı kullanılmaktadır. Ayrıca kolajen üretimi (tıp, deri yaralarının tedavisi), Glikozaminoglikan (anyonik polisakkarit) eldesi ve hyaluronik asit olarak endüstriyel kullanımı: Japonya'da kozmetik endüstrisinde nemlendirici, osteoartrit (eklem kireçlenmesi) söz konusudur. Membrandan D-glukuronik asit ve uronic asit yanında kondroitin olarak endüstriyel emülsifiyer olarak mayonez ve soslarda kullanıldığı bilinmektedir [39, 41].

Günümüzde yumurta kabuğu membranından biyolojik olarak indirgenabilir plastik üretimi, ısıya dayanıklı patojen mikroorganizmalara karşı bakteriyolitik enzim üretimi, atıklarda bulunan ağır metal sorununun çözümünde ve adsorbent olarak renk gideriminde kullanılması için çalışmalar devam etmektedir. Aynı zamanda yumurta kabuğundan insan tüketimi için stronyum (Sr) ve florin (F) ve selenyum (Se) içeren kalsiyum tabletleri de üretilmektedir [36, 37, 41].

## SONUÇ

Yumurta sarısı ve beyazında bulundurduğu, yağ ve yağ asitleri, proteinler ve pigmentler gibi biyoaktif bileşenler sayesinde fonksiyonel özelliğe sahip hayvansal bir gıdadır. Yumurta beyaz ve sarısındaki işlevsel bileşenleri sayesinde, insan vücut fonksiyonlarını ve sağlığını korumada etkin olduğu gözlenmiştir. Açıklanan fizyolojik fonksiyonları dikkate alındığında, günlük diyet içinde bir yumurta dahi oldukça uzun ömür ve sağlıklı bir yaşam için tüketimi teşvik edilmelidir.

## KAYNAKLAR

- [1] ADA Reports, 2009. Position of the American Dietetic Association: functional foods. *J. Am. Diet. Assoc.* 109:735-746.
- [2] Açıkgöz, Z., Önenç, S.S., 2006. Fonksiyonel yumurta üretimi. *Hayvansal Üretim* 47(1): 34-36.
- [3] Watkins, B.A., 1995. The nutritive value of the egg. In *Egg Science and Technology*. Edited by W.J. Stadelman and O.J. Cotterill. The Haworth Press Inc. Newyork.
- [4] Anton, M., Nau, F., Nys, Y., 2006. Bioactive egg components and their potential uses. *World's Poultry Science Journal* 62: 429-438.
- [5] BESD-BİR, 2006. Kanatlı Bilgileri Yıllığı. Besd-Bir Yayın No: 7, Ankara.
- [6] YUM-BİR, 2009. Yumurta Tavukçuluğu Verileri. Yumurta Üreticileri Merkez Birliği, Ankara.
- [7] <http://faostat.fao.org/site/569/default.aspx#ancor> (Erişim Tarihi: 18.11.2012)
- [8] Tanabe S., Tesaki S., Watanabe M., 2000. Producing a low ovomucoid egg white preparation by precipitation with aqueous ethanol. *Biosci Biotechnol Biochem* 64(9): 2005-2007.
- [9] Chen, L.M., Levatit, M.C., Rapp, J.C., 2008. Methods of purifying proteins from egg white. US 2008/0071067 patent.
- [10] Li-Chan, E.C.Y., Powrie, W.D., Nakai, S., 1995. The chemistry of eggs and egg products. In *Egg Science and Technology*. Edited by W.J. Stadelman and O.J. Cotterill. The Haworth Press Inc. New York.
- [11] Fujita, H., Sasaki, R., Yoshikawa, M., 1995. Potentiation of the antihypertensive activity of orally administered Ovokinin, a vasorelaxing peptide derived from ovalbumin, by emulsification in egg phosphatidyl-choline. *Biosci Biotechnol Biochem* 59: 2344-2345.
- [12] Rabouille, C., Aon, M.A., Thomas, D., 1989. Interactions involved on ovomucin gel-forming properties: a rheological-biochemical approach. *Arch Biochem Biophys* 270: 495-503.
- [13] Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schade, R., 2007. *Bioactive Egg Compounds*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [14] Cegielska-Radziejewska, R., Leśnierowski, G., Kijowski, J., 2008. Properties and application of egg white lysozyme and its modified preparations-a review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 58(1): 5-10.
- [15] Johnson, E.A., Larson, A.E., 2005. Lysozyme. In *Antimicrobials in Food*. Edited by P. Michael Davidson, John N. Sofos and A.L. Branen. Third Edition, CRC Press, 361-380.
- [16] Özdemir, M., Kasapoğlu, M., Kaymaz, S., Eskikapusuz, C., Bozyayla, D., 2011. Antimikrobiyal gıda ambalaj uygulamaları-1. *Dünya Gıda* 1: 73-79.
- [17] Wan, Y., Lu, J., Cui, Z., 2006. Separation of lysozyme from chicken egg white using ultrafiltration. *Separation and Purification Technology* 48: 133-142.
- [18] Lee, M.H., 2006. Process for preparing lysozyme. US 7,060478 patent.
- [19] Yang, C.C., Chen, C.C., Chang, H.M., 1998. Separation of egg white lysozyme by anionic polysaccharides. *Journal of Food Science* 63(6): 962-965.
- [20] Nau, F., Guérin-Dubiard, C., Croguennec, T., 2007. Avidin. In *Bioactive Egg Compounds*. Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schade, R., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [21] Superti, F., Ammendolia, M.G., Berlutti, F., Valenti, P., 2007. Ovotransferrin. In *Bioactive Egg Compounds*. Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schade, R., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [22] Hiidenhovi, J., 2007. Ovomucin. In *Bioactive Egg Compounds*. Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schade, R., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [23] Ferreira, M., Olivera, F.A.R., Jost, R., 1999. Application of microfiltration to egg white depleted in ovomucin. *International Journal of Food Science and Technology* 34: 27-32.
- [24] Kovacs-Nolan, J., Phillips, M., Mine, Y., 2005. Advances in the value of eggs and egg components for human health. *J. Agr. Food Chem.* 53: 8421-8431.
- [25] Tomimatsu, Y.; Clary, J.J.; Bartulovich, J.J., 1966. Physical characterization of ovoinhibitor, a trypsin and chymotrypsin inhibitor from chicken egg white. *Arch. Biochem. Biophys.* 115(3):536-544.
- [26] Anton, M., 2007. Composition and Structure of Hen Egg Yolk. In *Bioactive Egg Compounds*. Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schade, R., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [27] Schade, R., Chacana, P.A., 2007. Livetin Fractions (IgY). In *Bioactive Egg Compounds*. Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schade, R., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [28] Anton, M., Castellani, O., Guérin-Dubiard, C., 2007. Phosvitin. In *Bioactive Egg Compounds*. Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schade, R., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [29] Anton, M., 2007. Low-density Lipoproteins (LDL) or Lipovitellenin Fraction. In *Bioactive Egg Compounds*. Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R.,

- Anton, M., Schade, R., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [30] Anton, M., 2007. High-density Lipoproteins (HDL) or Lipovitellenin Fraction. In Bioactive Egg Compounds. Huopalahti, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schade, R., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [31] Koketsu, M., Nitoda, T., Juneja, L.R., Kim, M.; Kashimura, N., Yamamoto, T., 1995. Sialyloligosaccharides from egg yolk as an inhibitor of rotaviral infection. *J. Agric. Food Chem.* 43: 858-861.
- [32] Sugita-Konishi, Y., Sakanaka, S., Sasaki, K., Juneja, L.R., Noda, T., Amano, F., 2002. Inhibition of bacterial adhesion and Salmonella infection in BALB/c mice by sialyloligosaccharides and their derivatives from chicken egg yolk. *J. Agric. Food Chem.* 50: 3607-3613.
- [33] Ceylan, N., Yenice, E., Gökçeyrek, D., Tuncer, E., 1999. İnsan Beslenmesinde Daha Sağlıklı Yumurta Üretimi Yönünde Kanatlı Besleme Çalışmaları. YUTAV'99 Uluslar arası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı 3-6/06/99, İstanbul.
- [34] Juneja, L.R., 1997. Egg yolk lipids. In Hen Eggs, Their Basic and Applied Science; Edited by Yamamoto, T., Juneja, L. R., Hatta, H., Kim, M., Eds.; CRC Press: New York; 73-98.
- [35] Hunton, P., 2005. Research on eggshell structure and quality: An historical overview. *Brazilian Journal of Poultry Science* 7(2): 67-71.
- [36] Nys, Y., Gautron, J., Mckee, M.D., Garcia-Ruiz, J.M., Hincke, M.T., 2001, Biochemical and functional characterization of eggshell matrix proteins in hens. *World's Poultry Science Journal* 57: 401-413.
- [37] Schaafsma, A., Pakan, I., Hofstede, G.J.H., Muskiet, F.A.J., Van Der Veer, E., De Vries, P.J.F., 2000. Mineral, amino acid and hormonal composition of chicken eggshell powder and the evaluation of its use in human nutrition. *Poultry Science* 79:1833-1838.
- [38] Nakano, T., Ikawa, N., Ozimek, L. 2001, Extraction of glycosaminoglycans from chicken eggshell. *Poultry Science* 80:681-684.
- [39] Ino, T., Hattori, M., Yoshida, T., Hattori, S., Yoshimur, K., Takahashi, K., 2006. Improved physical and biochemical features of a collagen membrane by conjugating with soluble egg shell membrane protein. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 70 (4): 865-873.
- [40] Ahlborn, G.J., Clare, D.A., Sheldon, B.W., Kelly, R.W., 2006. Identification of eggshell membrane proteins and purification of Ovotransferrin and  $\beta$ -NAGase from hen egg white. *The Protein Journal* 25(1): 71-81.
- [41] Hincke, M.T., Wellman-Labadie, O., McKee, M.D., Gautron, J., Nys, Y., Mann, K., 2007. Biosynthesis and Structural Assembly of Eggshell Components. In Egg Bioscience and Biotechnology. Edited by Y. Mine, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.
- 
-

## Teknolojik Açıdan Süt Ürünlerinde Laktoz Dönüşümleri ve İntoleransı

Nihat Akın, Aysun Gündüz, Çiğdem Konak

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya

Geliş Tarihi (Received): 20.06.2012, Kabul Tarihi (Accepted): 24.09.2012

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [nakin@selcuk.edu.tr](mailto:nakin@selcuk.edu.tr) (N. Akın)

☎ 0 332 223 29 13 📠 0 332 241 01 08

### ÖZET

Laktoz, tüm memeli sütlerinde bulunan temel karbonhidrattır. Memeliler dışındaki kaynaklarına oldukça az rastlanır. Tam inek sütü yaklaşık %4.8 oranında laktoz içerir ve sütünün kalori içeriğinin yaklaşık %30'unu karşıladığı hesaplanırken, anne sütü %7 oranında (70 g/L ) laktoz içermektedir. Küçük bebeklerin toplam enerji gereksiniminin neredeyse yarısını karşılamaktadır. Laktoz, sindirim sistemine girdiğinde laktaz adı verilen bir enzim yardımı ile hidrolize olarak bileşenlerine parçalanır (glikoz ve galaktoz). Ardından bu bileşenler kana geçerek insanlarda enerji gereksinimini karşılar. Tüm memeliler süten kesilmenin ardından bağırsaktaki laktaz aktivitesinin çoğunu kaybeder. Düşük laktaz aktivitesi yetişkin insanların yaklaşık %75'inde görülmektedir. Bu düşük aktivite laktozun sindirilememesine sebep olmakta ve gastrointestinal rahatsızlıklara yol açmaktadır. Süt intoleransı özellikle Asya-Avrupa ırklarında daha fazla görülür. Dünya üzerinde yaşayan her 10 insandan birinin sütü sindiremediği tahmin edilmektedir. Bu sebeple, laktoz intoleransından şikâyetçi insanların ihtiyaçlarını karşılamak için sıvı, tablet, toz formda laktaz, laktozu hidrolize süt, laktoz içeriği azaltılmış süt ve ürünleri üretiminde yeni teknolojiler geliştirilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Laktoz, Laktaz, Laktozun hidrolizi, Laktoz intolerans

### Lactose Conversion Technology in Dairy Products and Lactose Intolerance

#### ABSTRACT

Lactose is the principal carbohydrate in the milks of all mammals, and non-mammalian sources are very rare. Human milk contains an average of 7% lactose (70 g/L), while whole bovine milk contains about 4.8% lactose, which accounts for approximately 30% of the caloric content of bovine milk. Lactose provides almost half of the total energy requirement of infants. Lactose is hydrolyzed to its components (glucose and galactose) by an enzyme so-called lactase when lactose is in digestive system. These components provide energy requirement of human, thereby they are then absorbed into the bloodstream. All mammals lose most of their lactase intestinal activity post-weaning. Low lactase activity is the norm for approximately 75% of adult humans. This low activity can result in lactose maldigestion and symptoms of gastrointestinal distress. Milk intolerance is more common among Asian-European races. It is estimated that one of every 10 people living on Earth cannot digest milk. Therefore, new technologies to produce lactase in the form of liquids, tablets or powder, lactose hydrolyzed milk, reduced lactose milk and dairy products have been developed to satisfy the needs of the people suffering from lactose intolerance.

**Key Words:** Lactose, Lactase, Hydrolyze of lactose, Lactose intolerance



## LAKTOZ İÇERMEYEN SÜT ÜRÜNLERİNİN GELENEKSEL ÜRETİMİ

Tarihsel olarak inek sütünün ticarileştirilmesinde sorunlar yaşanmıştır. Antik çağlarda bu sorunun üstesinden gelmek için tereyağı üretilmiştir. Tereyağı yaparken, 100 kg süt 5 kg tereyağına dönüştürülür ve suyun %99'dan fazlası uzaklaştırılır. Böylece, oda sıcaklığında bile birkaç hafta muhafaza edilebilen bir ürün üretilir. Aynı zamanda, laktozun yaklaşık %99'u da uzaklaştırılır.

Sarı peynir üretimi sütün muhafazasında geleneksel olarak başka bir yoldur. Bu proses 100 kg sütü 10 kg peynire dönüştürür. Süt rennet ile muamele edildiğinde, suyun yaklaşık %90'ı, laktozun %90'ı ile birlikte peynir suyuyla ayrılır. Peynir kitlesinde kalan laktoz laktik aside fermente edilir ve dolayısıyla olgun sarı peynirler pratik olarak laktoz içermez.

Laktoz içeriği sıvı süt ürünlerinde laktik asit fermentasyonu ile azaltılabilir. Yayıklı altı, kefir ve yoğurt geleneksel olarak üretilmekte ve normal süt yerine tüketilmektedir. Bu ürünlerde laktozun yaklaşık %30'u dönüştürülür.

## LAKTOZUN HİDROLİZİ

### Çözünür Enzimler ile Hidroliz

Laktaz ( $\beta$ -D-galaktosidaz;  $\beta$ -D-galaktozid galaktohidrolaz) doğada geniş bir alana yayılmakta ve bitkiler (badem, şeftali, kayısı, elma), çeşitli hayvanların organları, mayalar, bakteriler ve mantarlar gibi farklı kaynaklardan izole edilebilmektedir [1]. Laktaz ilk 1950 yılında süt ürünleri uygulamaları için önerilmiştir [2]. Laktozu hidrolize süt ve süt ürünleri ilk  $\beta$ -galaktosidazların ticari olarak kullanıma hazır olduğu 1970'lerden buyana bir gelişme içerisinde. Günümüzde, laktaz gıda işlemede kullanılan en önemli enzimlerden birisidir [3].

Laktozun hidroliz işlemi basittir ve süt tesislerinde özel bir donanım gerektirmez [4]. Laktoz hidrolizi için tek kullanımlık bir enzim kullanıldığında, substrat konsantrasyonu, işlem pH'sı, maksimum sıcaklık, müsaade edilebilir temas süresi, enzim aktivitesi ve maliyeti içeren çeşitli faktörler göz önüne alınmalıdır [4]. Kullanılan çözünür laktazlar genellikle mikrobiyal orijindir [5,6].

Dahlqvist ve arkadaşları, UHT uygulamasından sonra paket içerisinde laktazın steril filtre edildiği bir proseste, laktozu hidrolize UHT süt üretmek için çok küçük miktarlarda laktaz enzimi kullanmışlardır [7]. Steril bir ürün içinde laktazın çevre sıcaklığında hidrolizi uzun bir süre almaktadır. Gerekli olan enzim miktarı steril olmayan şartlar altında gerekli olan miktarın yalnızca yaklaşık %1'i kadardır. Diğer araştırmacılar da Maillard reaksiyonlarını önlemek için ısı işlem sonrası laktozun hidrolizini tavsiye etmişlerdir [8]. Bu araştırmacılar, aynı zamanda aşırı tatlılığı önlemek için %80 ila %90 arasında hidroliz derecesi elde etmek için hidroliz derecesini sınırlamayı önermişlerdir. Vasala ve

arkadaşları, 80 mmol/L optimum 15-45 mmol/L düzeyinde sitrat, malat, glukonat veya laktat gibi organik asidin potasyum tuzlarının eklenmesi ile laktozu hidrolize UHT sütün tatlılığını azaltmak için bir metodun patentini almışlardır [9]. Flynn ve arkadaşları, potasyum klorid kullanılarak laktozu hidrolize sütün tatlılığını azaltmışlardır [10].

Laktoz hidrolizi ürünlerin tatlılığını artırır. Birçok durumda ilave edilen şeker seviyesini düşürmek için bir olanak sağlamaktadır. Sütteki laktozun %70'inin hidrolizi yaklaşık %2'lik sakkaroz ilavesine tekabül eden bir miktarda tatlılığı artırır [4]. Isıl işlem görmüş ürünlerde, indirgen şekerlerde (yani, laktoz dönüşümü sonrası elde edilen glukoz ve galaktozda) bir artış daha yoğun Maillard reaksiyonlarına neden olur.

## Laktoz Hidrolizi İçin Alternatif İşlemler

### Asit Hidrolizi

Laktoz hidrolizinde asit kullanımı, sadece süt veya peynir altı suyunun ultrafiltrasyon (UF) permeatı gibi protein içermeyen akışkanlar için geçerlidir. pH değerinin ayarlanması asidin doğrudan ilavesi veya permeata bir iyon değiştirici reçine ile muamele edilmesi şeklinde yapılabilir. Tipik olarak pH 1.2 'ye ve sıcaklık kısa bir süre için 150°C'ye ayarlanır. Hidrolize ürün kahverengidir ve kullanılmadan önce nötralizasyon, demineralizasyon ve renksizleştirme işlemlerinin uygulanması gerekir [4].

### Membran Reaktörler

Bir membran reaktör prosesinde, hidroliz genellikle süt veya peynir altı suyunun UF permeatı gibi protein içermeyen akışkanlarda gerçekleştirilir. Enzim ikinci bir UF ekipmanı ile reaksiyon karışımından geri kazanılır ve günümüzde enzim olmadan hidrolize laktoz ihtiva eden permeat, süt veya peynir altı suyu retentatı ile karıştırılmaktadır [11]. Ancak, işlemin karmaşıklığı bu işlemi ticari olarak cazip hale getirmemektedir [4]. Ticari laktazların azaltılan fiyatlarından dolayı, bu enzim reaktörleri ticari ölçekte kullanım bulamamıştır.

### İmmobilize Sistemler

İmmobilize enzim sistemleri süt, permeat veya peyniraltı suyunun hidrolizinde geniş çaplı uygulamalarda büyük bir potansiyele sahiptir [4]. İmmobilize sistemler genellikle fungal orijinli laktazı kullanmaktadır [12,13]. Yayınlanan taşıyıcılar bir iyon değişim reçinesi [4], PVC silika yapraklar, aktif karbon, gözenekli cam boncuklar, akrilik boncuklar, selüloz triasetat veya adsorpsiyon reçinesi [12] desteği içermektedir. Fungal laktazlar için optimum pH değeri yaklaşık 5'dir. Ancak genelde pH 6.8 'de aktivitelevlerinin yaklaşık %50'sini korurlar. Böylece, bu enzimler sütteki laktozun hidrolizi için de ekonomik olarak fizibil hale gelir [4]. Ancak, fungal enzimlerin optimum düşük pH'sı (3.5-5.5) peynir altı suyu veya permeatın işlenmesi sırasında mikrobiyal gelişmeyi engellemek için daha iyi olanaklar sağlamaktadır ve sanitasyon da daha kolaydır [14]. Fungal enzimler aynı

zamanda oldukça stabildir ve kullanılan bu organizmalar GRAS listesinde bulunmaktadır ki bu da gıda amaçlı kullanılabilirlikleri anlamına gelmektedir [12]. Pratikte, immobilize bir sisteminin faydalı ömrü birkaç bin saat olabilir. Bu açıdan çözünür enzimler ile karşılaştırılırsa büyük ölçüde maliyetleri azalır. Sütteki laktozun hidrolizi için bilinen tek ticari uygulama *Kluyveromyces fragilis*'den elde edilen enzimden oluşan selüloz asetat lifleri içinde tutulması ile nötr bir pH'da immobilizasyonuna dayanmaktadır [6, 15, 16].

### Laktobasillerin Hücresel Ekstraktları

Vasiljevic ve Jelen, farklı ortamlarda yüksek üretim gücüne sahip suşlar tarafından  $\beta$ -galaktosidazın üretim çalışmaları sona,  $\beta$ -galaktosidazın işlenmiş preparatlarının üretimi için termofilik laktik asit bakterisi *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* 1842'yi kullanmışlardır [17]. Bury ve Jelen, süt (DH = %60), permeat ve peynir altı suyunda laktozun kısmi hidrolizi için bu ham halinin hazırlanmasında (bozulmuş bir süt ürünü kültürü) kullanılan laktoz hidrolizinin teknik ve ekonomik olarak fizibilitesini değerlendirmişlerdir [18]. Vasiljevic ve arkadaşları, *Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus* 1842'den ham hücresel ekstraktların (CCE) duyu etkilerini incelemişler ve %2 CCE ilavesinden sonra istenmeyen lezzet yoğunluğunda artış olduğunu gözlemlemişlerdir [19].

### LAKTOZU HİDROLİZE ÜRÜNLERİN ENDÜSTRİYEL ÜRETİMİ

Gist Brocades 1970'li yılların başında ticari olarak ilk maya kaynaklı laktaz piyasaya sürmüştür. Hollandalı süt şirketi CCF, laktozu hidrolize edilmiş süt ürünlerinin üretiminde ilktir. Bu ürün Hollanda eczanelerinde satılan süt tozudur. Laktoz kurtulmadan önce çözünür laktaz ile kesikli bir prosede hidrolize edilmiştir. Laktaz enzimi o dönemde oldukça pahalı olduğundan laktazın immobilizasyonu için farklı yöntemler geliştirilmiştir. İlk laktozu hidrolize sıvı süt ürünü, Centrale Latte di Milano tarafından, SNAM Progetti teknolojisi ile üretilen immobilize maya kaynaklı laktaz kullanılarak 1970'lerin ortalarında üretilen UHT süt olmuştur [20].

### LAKTOZUN AYRILMASI

#### Kristalizasyon

Laktozun kristalizasyonu yaygın olarak laktozun ticari olarak üretiminde kullanılmaktadır. Laktoz ihtiva eden besleme materyali yüksek toplam katı içeriğine kadar konsantre edilir. Böylece laktoz aşırı-doymuş hale gelir ve kristalize olur. Bir sonraki adım santrifüjleme ile laktoz kristallerin ayrılmasıdır [21].

#### Kromatografi

Kromatografik ayırma, muamele edilen sıvının bir reçine kolon boyunca geçtiği sırada farklı bileşenlerinin akış hızlarındaki farklılıklara dayanmaktadır. Reçine yatak, ayrılma etkileşimleri farklı olan bileşenler ile fonksiyonel gruplara sahip gözenekli reçine parçacıklarından oluşur.

Eluat (yıkantı), istenilen kompozisyona sahip fraksiyonlarına ayrılır. Bileşenleri birbirinden ayırmada, bunların farklı reçine afinitelerine sahip olması gerekmektedir. Reçine ile karıştırılan bir solüsyonun bileşenlerinin diferansiyel interaksiyonlarına dayanan kromatografiler, iyon değiştirme kromatografisi (IEC), hidrofobik interaksiyon kromatografisi (HIC) ve affinite kromatografisi (AC) olarak sınıflandırılabilir [22]. Yine işleminin başka bir versiyonu da bileşenlerin moleküller boyuttaki farklılıklarına dayalı boyut eleme kromatografisidir (SEC) [23, 24].

Laktoz, güçlü katyon değişim reçineleri ile süt ve peynir altı suyundan etkili bir şekilde ayrılabilir [25-27]. Ayırma mineraller ve proteinlerin farklı iyon ve boyut-dışlama etkilerine ve muhtemelen de laktozun güçlü katyon değişim reçinelerine bağlı katyonlar ile kompleks oluşturma yeteneğine dayanmaktadır.

#### Membran Ayırma

Ultrafiltrasyon (UF) ve bir UF-nanofiltrasyon (NF) kombinasyonunu peynir altı suyu veya süttün laktozun ayrılması için kullanılabilir. Laktoz ayrılması için UF kullanıldığında, laktozdan daha küçük diğer bileşimler, ayrıca su ile birlikte ayrılmakta ve retentattaki protein içeriği artmaktadır. Hemen hemen laktozun tümünün uzaklaştırılması gerekiyorsa, ekstensif diafiltrasyon suyuna ihtiyaç vardır. Peynir altı suyu veya süttün UF-permeatındaki laktozun saflığı toplam kuru madde de % 80'in üzerindedir. Üre gibi monovalan mineraller ve diğer küçük moleküller NF ile UF-permeatından uzaklaştırılabilir. Diğer işlemlere, ancak, daha saf laktoz solüsyonu (toplam kuru maddenin % 95'inin üzerinde) üretmek için ihtiyaç duyulur.

### LAKTOZ AYIRMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK LAKTOZ İÇERMİYEN SÜT ÜRETİMİ İÇİN PROSELER

Shakeel-Ur-Rahman, laktozu azaltılmış veya laktoz içermeyen süt ürünleri, özellikle laktozsuz süt (LFM), üretimi için endüstriyel işlemlerin bir araştırmasını ortaya koymuştur [28]. Çözünür  $\beta$ -galaktosidaz ile muamele, membran teknolojisi teknikleri ile laktozun azaltılması ve kromatografik metotlar ile süttteki laktozun azaltılması olmak üzere bu proses üç kategoriye ayrılmaktadır.

LFM'nin geliştirilmesinde, Valio Ltd 2001 yılında < % 0.01 laktoz içeren, normal süt gibi tadı olan ürünleri piyasaya sunduğunda yeni bir aşamaya ulaşmıştır [29, 30]. İskandinav ülkelerinin yetkililerinin 'Laktoz içermeyen' iddiası için 100 g üründe 10 mg' dan (<%0.01) daha az kalıntı laktoz içeriği limit olarak belirlenmiştir. Ancak, 'Laktoz içermeyen' iddiası için ortak bir uluslararası limit şu anda mevcut değildir.

Valio'nun ürettiği LFM' nin gelişimi süttün laktozun özel olarak ayırmasını sağlayan kromatografik ayırma prosesine dayandırılmıştır [29, 30]. Kromatografik ayırma diğer ayırma tekniklerinin aksine proteinler ile süttün minerallerini korumayı mümkün kılmaktadır [29, 31].

Üretim metodu membran tekniklerine dayalı olarak daha da geliştirilmiştir [32]. Bu teknikler süt işletmelerinde kullanılan kolay bir uygulama ve diğer mandıralara lisans vermek için daha kolay bir teknolojidir. Süt ultrafiltre edilir, UF-permeatı daha sonra nanofiltre edilir ve nanofiltrasyondan gelen permeat daha sonra ters osmoz ile konsantre edilir. Ters osmosun retentatı UF-retentadına geri verilir. Böylece mineraller geri kazandırılır. Bundan sonra kalıntı laktoz  $\beta$ -galaktosidaz ile hidrolize edilir. Enzimatik hidroliz öncesi laktozun kısmi olarak uzaklaştırılmasına rağmen, bu süt normal süt ile aynı tattadır. Daha sonra LFM üretiminde bir çok yeni proses geliştirilmiştir. Bu prosesler membran filtrasyon ve enzimatik hidrolizin tüm kombinasyonlarını içermektedir [33, 34, 35, 36, 37].

## LAKTOZ İÇERMİYEN ÜRÜNLERİN ENDÜSTRİYEL ÜRETİMDE DİĞER YÖNLERİ

Normal süt için kullanılanlara benzeyen ısı işlem teknikleri (pastörizasyon, ESL, UHT) genellikle paketlenme öncesi uygulanır. Muhtemelen LFM'nin endüstriyel üretiminde kullanılan en yaygın ısıtma teknolojisi UHT'dir. Sütteki Maillard Reaksiyonları esmerleşmeye, istenmeyen lezzet oluşumuna ve süt proteinlerinin besin değerinde azalmaya neden olabilir [38, 39]. Bu problemlerden dolayı, LFM'ye ısı uygulamasının mümkün olduğu kadar hafif olması gerekmektedir. Kullanılan UHT teknolojisi ve hidroliz yöntemi türünden bağımsız olarak depolama süresinde sıcaklığında mümkün olduğu kadar düşük olması gerekmektedir [39]. Kullanılan laktoz, güvenli bir GRAS-organizması tarafından üretilmelidir. Kullanılan laktozların kalitesi duyuşsal kalite üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Bazı laktozların tatta etkili olabilen yan aktiviteleri (proteaz, arilsülfataz, vs) içerdiği bilinmektedir [40, 41]. Bu yan aktivitelerin kaldırılması laktozu azaltılmış ve laktozsuz süt ürünlerinin duyuşsal kalitesini artırmaktadır.

## LAKTOZ İNTOLERANSINI ETKİLEYEN BESİNSEL VE BİYOLOJİK FAKTÖRLER

### Laktozu Sindirememe Sebepleri

Glikoz ve galaktoz içeren bir süt disakkariti olan laktoz [42] öncelikle süt ürünlerinde bulunmaktadır [43, 44]. İnce bağırsak mukozasının yüzeyindeki laktoz laktozun hidrolizinden sorumludur. Laktozun sindirilememesi durumu ince bağırsaktaki laktoz miktarının; enzim aktivitesiyle örtüşen miktarı aşması halinde ortaya çıkmaktadır. Sindirilemeyen laktoz ince ve kalın bağırsağa taşınmakta bu da belirtileri ortaya çıkarmaktadır [45]. Absorbe edilemeyen laktoz bağırsak mikroflorası tarafından kısa zincirli yağ asitlerine (özellikle asetat) dönüştürülmekte ve hidrojen, metan, karbondioksit üretilmektedir [46]. Bu gazların aşırı üretimi, karın ağrısı, şişme ve bağırsağa geçiş süresi ve bağırsak içi basınçtaki artışa bağlı kramplara yol açabilmektedir [46]. Belirtiler laktoz içeren gıdanın alımından 30 dk ile 2 saat sonrasında ortaya çıkmaktadır [47]. Primer, sekonder ve doğuştan laktoz eksikliği laktozun sindirilememesine yol açabilir [48].

### Primer Laktoz Eksikliği

Primer laktoz eksikliği; süttten kesilme sonrası intestinal laktozun kaybıdır ve çoğunlukla laktoz intolerans sebebidir [49]. Dünya popülasyonunun % 75 'inin primer laktoz eksikliğine sahip olduğu tahmin edilmektedir [50, 51]. Laktozun sindirilememesi bir hastalık olarak değerlendirilmemelidir. Laktozu sindirememek laktoz intoleransın gerçek bir göstergesi değildir. Çünkü laktoza sahip olmayan birçok kişi uygun miktarlardaki laktozu rahatsızlığa sebep olmaksızın tolere edebilmektedir [52-54].

### Sekonder Laktoz Eksikliği

Sekonder laktoz eksikliği; ince bağırsağın yüzeyindeki hasardan kaynaklanan; ilaçla tedavi, enterositlerin cerrahi ya da radyasyonla terapisini gerektiren kısa süreli laktoz eksikliğidir [55, 56, 57].

### Genetik ve Tek Nükleotid Polimorfizmi

Laktozun korunması ya da azalmasına sebep olan moleküler mekanizma henüz anlaşılmamıştır [58]. Ancak laktoz eksikliğinin yaygınlık ya da başlangıç zamanı etnik kökene bağlılık göstermektedir [49, 59]. İspanyol bireylerde yaygınlık %50-80 arasında değişirken bu değer siyahılarda %60- 80, Asyalı ve Amerikalı Hintlilerde %100'dür [ 60, 61, 62]. Buna karşıt olarak laktoz eksikliği Kuzey Avrupalılarda düşük ( yaklaşık %2) seviyededir [63]. Yeni çalışmalar yüksek seviyedeki intestinal laktozun yönetiminin tek nükleotid polimorfizmi tarafından gerçekleştirildiğini göstermiştir. Ayrıca tek nükleotid polimorfizmi dünya çevresindeki tüm ırklarda değişkenlik göstermektedir. Başlangıçta Avrupalılar, Orta Doğu popülasyonları ve Afrika olmak üzere 3 farklı tek nükleotid polimorfizmi olduğu düşünülmekteydi. Günümüzde son olarak 8 benzersiz tek nükleotid polimorfizmi tanımlanmaktadır [64].

### TEŞHİS

Süt tüketiminin ardından meydana gelen gastrointestinal belirtiler kişiyi yanılığa düşürebilir ve laktozu etkin bir biçimde sindirme kapasitesine sahip insanlarda laktozu sindirememe rahatsızlığının olduğuna dair yanlış teşhislere yol açar [53]. Bu nedenle günlük süt ve süt ürünleri tüketiminin ardından meydana gelen belirtilerin gerçekten laktoz sindirememe göstergesi olup olmadığını anlamak için teşhis testi yapılmak zorundadır [53]. Bağırsak bakterisi absorbe edilmeyen laktozu hidrolize ettiği zaman hidrojen ürettiği için; solunumda hidrojen testi laktozun absorbe edilip edilmediğinin kontrolünde en yaygın kullanılan tekniktir [65].

### Solunumda Hidrojen Testi

Gece boyu aç kalmanın ardından, 25-50 g laktoz alımını takiben nefesteki hidrojeninin ölçümü en etkili ve spesifik testtir [48]. Test; bağırsakta absorbe edilmeyen laktozun akciğerden salınan hidrojen ve diğer gazların ölçümüyle tespit edilmesine dayanmaktadır [66]. Laktoz alımının ardından 3-6 saat sonra nefesteki hidrojen

konsantrasyonunun 20 ppm'in üzerine çıkması laktozun sindirilemediğinin göstergesidir [48].

### Klinik Geçmiş

Laktoz intoleransın teşhisinde solunumda hidrojen testinin klinik geçmişten daha güvenilir olduğu kanıtlanmıştır [67]. Çünkü klinik geçmişe bakılarak yapılan teşhiste bazı uyumsuzluklar ortaya çıkmaktadır. Laktozu sindiremediğine inanan ancak aksi kanıtlanan ya da öyle olduğunu düşünmeyen ancak laktozu sindiremediği ortaya çıkan birçok kişi bulunmuştur [67, 68].

### LAKTOZ İNTOLERANS

Bazı insanlar süt tüketiminin ardından oluşan belirtilere bakarak bir bardak sütü bile tolere edemediklerine inanırlar. Ancak bu belirtilerin laktoz intolerans ile ilişkili olduğunu destekleyen çok az kanıt olduğu belirtilmiştir [56]. Buradan laktoz intoleransının kişisel olduğu ve fizyolojik ve psikolojik faktörlerden etkilendiği kanısına varılabileceği söylenebilir [69]. Belirtilerin görüldüğü hastalarda henüz elemine edilmiş laktoz genellikle bağırsak sendromları [70], kolit, enterit [48], çölyak hastalığı [71] ya da bağırsak hastalıklarına sebep olan diğer klinik durumların [72] temelini oluşturabilir. Kendisinin laktoz intoleranslı olduğunu düşünen bireylerin kontrollü deneysel protokollere alındığında intolerans belirtisi olmaksızın bir bardak sütü tolere edebildikleri görülmüştür [68]. Ayrıca bireylere bildirilmeden yapılan çalışmalar sonucunda 12.5 g laktoz içeren 240 mL süt ile laktozu hidrolize 240 mL sütü tüketen laktoz intoleranslı olduğunu iddia eden bireyler belirtiler açısından hiçbir farklılık göstermemişlerdir [73]. Rasgele seçilmiş 323 Sicilyalı denekler üzerinde yapılan çalışmalarda; %15'i nefes testine girmeden laktoz intoleranslı olduğunu belirtmiştir. Toplam örneğe 25 g düzeyinde laktoz ilave edildiğinde %36'sı laktozu sindiremediğini ifade etmesine rağmen yalnızca %4'ünün sindiremediği ve intolerant olduğu tespit edilmiştir. Sindiremeyen ve laktoz intoleranslı olan bireylerin %10 u belirtileri gösterirken; kendini laktoz intolerant olarak tanımlayan bireylerin %37'sinin laktozu sindirebildiği belirlenmiştir [74].

### LAKTOZ SİNDİRİMİNDE ROL OYNAYAN FAKTÖRLER

#### Miktar ve Adaptasyon

Tüketilen laktoz miktarı ile sindirememe belirtileri arasında direkt bir ilişki mevcuttur [55, 75]. Düşük miktarlardaki laktoz (12 g'dan az) hiçbir belirtiye sebep olmamaktadır [54, 68, 76, 77]. 20-50 g aralığındaki yüksek miktarlar ise önemli belirtiler yaratmıştır [52, 78, 79]. Bağırsak florası uzun süreli laktoz içeren gıdalarla beslendiğinde laktozu fermente etme yeteneği geliştirmişlerdir. Kör, kontrollü çapraz çalışmalarda; günlük laktoz alımının bağırsak adaptasyonu ve intolerans belirtilerine etkileri araştırılmıştır. 20 adet laktozu sindiremeyen yetişkin 1-10 gün periyodunda laktoz ya da dekstroz ek besini almak üzere rastgele

ayrılmıştır. Ardından 12-21 gün arasında gruplar yer değiştirmiştir. Şeker miktarı 0.6'dan 1 g/kg 'a artırılmış ve 3 eş doza bölünmüştür. 11. ve 22. günlerde gece boyu bir şey yememenin ardından laktoz miktarı (0.35 g/kg) ölçülmüştür. Solunumda hidrojen testleri gerçekleştirilmiş ve 8 saatlik periyotta intolerans belirtileri kaydedilmiştir. Çalışmada laktoz periyodunun sonunda dekstroz periyodunun sonuna göre %50 oranında gaz sıklığı ve şiddetinde düşüş gözlemlenmiştir. Bu çalışma sonunda günlük laktoz tüketiminin bağırsak adaptasyonu ile sonuçlandırıldığı görülmüştür [80].

### Laktozun Gastrointestinal Sistemdeki Geçişi

Tam yağlı sütler yağsız sütle karşılaştırıldıklarında laktoza karşı daha yüksek tolerans gösterirler [81]. Yağın; enzim (laktaz) ve substrat (laktoz) arasındaki bağlantı süresini uzatarak bağırsaktan geçiş sürecini yavaşlatıp laktoz ve karbonhidrat absorpsiyonunu geliştirdiği bildirilmiştir [82, 83, 84]. Laktozun bu şekilde yavaş fermentasyonu fermentasyon gazlarının daha etkili atılımını sağlayarak intolerans belirtilerini azaltmaya yardımcı olduğu bildirilmektedir [85].

### Yoğurt ve Diğer Alternatifler

Laktozu sindiremeyen bireyler yoğurttaki laktozu sütteki laktoza oranla daha iyi sindirmektedir [86]. Yoğurttaki bakteriler fermentasyon süreci sırasında ve günlük laktoz alımının ardından laktozu hidrolize etmektedir [86, 87, 88]. Kolars ve arkadaşları yoğurttaki 18 g laktoz yükünün diğer formlarda verilen laktoza göre daha az intolerans belirtisine yol açtığını belirtmişlerdir [86, 89, 90, 91, 92]. Sıvı, tablet ya da toz formdaki laktaz da olabileceği gibi laktozu hidrolize süt ve süt ürünleri de kullanıma uygundur [93, 94, 95]. İsviçre tipi (Emmental ve Gravyer) ve Cheddar gibi sert peynirler, düşük ya da önemsiz düzeyde laktoz ve yüksek yağ içerikleri sebebi ile laktozun tolere edilebildiği ürünlerdir [82-84, 95].

### SONUÇ

Laktoz intolerans terimi laktoz miktarının bağırsaktaki laktazın sindirim kapasitesini aşması durumunda meydana gelen belirtileri ifade etmektedir. Laktozun sindirimi bağırsaktan geçiş sürecine ve laktozun diğer besinlerle karıştırılmasına bağlılık göstermektedir. Bu nedenle yemeklerle birlikte süt içmek toleransı artırır. Mikrofloranın adaptasyonu toleransı geliştirir ve bu uzun bir periyotta sütün düzenli olarak içilmesi ile sağlanabilir. İdeal strateji sütün gıdalarla birlikte küçük miktarlarda içilmesi ve kademe kademe miktarın artırılmasıdır.

Bazı ülkelerde hali hazırda laktoz içermeyen süt ürünleri üretmek için yeni teknolojiler kullanılmaktadır. Ancak, Asya ve Afrika'nın büyük bölümü gibi özellikle laktaz eksikliğinin çok yaygın ve süt tüketiminin çok düşük olduğu ülkelerde, gelişme için hala büyük olanaklar mevcuttur. Süt tüketimini teşvik için bu pazarlara laktoz içermeyen ürünler sunulmaktadır. Yeni teknolojik gelişmeler eşliğinde bu pazarın gelişeceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Richmond, M.L., Gray, J.I., Stine, C.M., 1981. Beta-galactosidase: review of recent research related to technological application, nutritional concerns, and immobilization. *Journal of Dairy Science* 64: 1759-1771.
- [2] Van Dam, B., Revallier-Warffemius, J.G., Van Dam-Schermerhorn, L.C., 1950. Preparation of lactase from *Saccharomyces fragilis*. *Netherlands Milk and Dairy Journal* 4: 96-114.
- [3] Panesar, P.S., Panesar, R., Singh, R.S., Kennedy, J.F., ve Kumar, H., 2006. Microbial production, immobilization and applications of  $\beta$ -D-galactosidase. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 81: 530-543.
- [4] Zadow, J.G., 1986. Lactose hydrolysed dairy products. *Food Technology in Australia* 38: 460-462, 471.
- [5] Greenberg, N.A., ve Mahoney, R.R., 1981. Immobilisation of lactase (beta-galactosidase) for use in dairy processing: a review. *Process Biochemistry* 16: 2-8.
- [6] Mahoney, R.R., 1997. Lactose: enzymatic modification. In P. F. Fox (Ed.), *Advanced Dairy Chemistry* (2nd ed.). Lactose, water, salts and vitamins, Vol. 3 (pp. 77-125) London, UK: Chapman ve Hall.
- [7] Dahlqvist, A., Asp, N.-G., Burvall, A., Rausing, H., 1977. Hydrolysis of lactose in milk and whey with minute amounts of lactase. *Journal of Dairy Research* 44: 541-548.
- [8] Mendoza, M.R., Olano, A., Villamiel, M., 2005. Chemical indicators of heat treatment in fortified and special milks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 2995-2999.
- [9] Vasala, A., Huuonen, J., Alatosava, T., 1996. Menetelmä maitotuotteen makeuden. FI100375B, Finland.
- [10] Flynn, R.G., Bakal, A.I., Snyder, M.A., 1994. Method of preparing lactosehydrolysed milk with suppressed sweetness. US Patent 5334399.
- [11] Miller, J.J., ve Brand, J.C., 1980. Enzymic lactose hydrolysis. *Food Technology in Australia* 32: 144-147.
- [12] Harju, M., 1987. Lactose hydrolysis. *IDF Bulletin*, 212, 50-55, IDF, Brussels, Belgium.
- [13] Zadow, J.G., 1984. Lactose: properties and uses. *Journal of Dairy Science* 67: 2654-2679.
- [14] Harju, M., 1977. Microbiological control of an immobilized enzyme reactor. *Nordeuropæisk Mejeri-tidsskrift* 43: 155-159.
- [15] Dinelli, D., Marconi, W., Morisi, F., 1976. Fibre-entrapped enzymes. *Methods in Enzymology* 44: 227-243.
- [16] Pastore, M., Morisi, F., Zaccardelli, D., 1974. Reduction of lactose content of milk using entrapped  $\beta$ -galactosidase III. Pilot-plant experiments. In M. Salmons, C. Saronio, ve S. Garattini (Eds.), *Insolubilized enzymes* (pp. 211-216). New York, NY, USA: Raven Press.
- [17] Vasiljevic, T., Jelen, P., 2001. Production of  $\beta$ -galactosidase for lactose hydrolysis in milk and dairy products using thermophilic lactic acid bacteria. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 2: 75-85.
- [18] Bury, D., Jelen, P., 2000. Lactose hydrolysis using a disrupted dairy culture: evaluation of technical and economical feasibility. *Canadian Agricultural Engineering* 42: 75-80.
- [19] Vasiljevic, T., Wismer, W., Jelen, P., 2003. Sensory effects of lactose hydrolysis in milk by crude cellular extracts from *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* 11842. *Milchwissenschaft* 58: 167-170.
- [20] Morisi, F., Pastore, M., Viglia, A., 1973. Reduction of lactose content of milk by entrapped  $\beta$ -galactosidase I. Characteristics of  $\beta$ -galactosidase from yeast and *Escherichia coli*. *Journal of Dairy Science* 56: 1123-1127.
- [21] Holsinger, V.H., 1997. Physical and chemical properties of lactose. In P. F. Fox (Ed.), *Advanced Dairy Chemistry* (2nd ed.). Lactose, water, salts and vitamins, Vol. 3 (pp. 9-10) London, UK: Chapman and Hall.
- [22] Bargeman, G., 2003. Separation technologies to produce dairy ingredients. In G. Smith (Ed.), *Dairy processing, improving quality* (pp. 366-387). Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited.
- [23] Wheaton, R.M., Bauman, W.C., 1953a. Ion exclusion, a unit operation utilizing ion exchange materials. *Industrial and Engineering Chemistry* 45: 228-233.
- [24] Wheaton, R.M., Bauman, W.C., 1953. Non-ionic separations with ion Exchange resins. *Annals of the New York Academy of Sciences* 57: 159-176.
- [25] Harju, M., 1990. A process for the specific separation of lactose from milk. Patent EP 0226035.
- [26] Harju, M., Heikkilä, H., 1990. Process for recovering lactose from whey. Patent US 4955363.
- [27] Lauer, K., Stoeck, G., Bätz, F., 1976. Chromatographic fractionation of whey. Patent US 3969337.
- [28] Shakeel-Ur-Rehman., 2009. Reduced lactose and lactose-free dairy products. In P. L. H. McSweeney, P. F. Fox (Eds.), *Advanced Dairy Chemistry* (3rd ed.). Lactose, water, salts and minor constituents, Vol. 3 (pp. 98e104) New York, NY, USA: Springer Science and Business Media.
- [29] Harju, M., 2004. Chromatographic and enzymatic removal of lactose from milk. *IDF Bulletin* 389: 4-8.
- [30] Jelen, P., Tossavainen, O., 2003. Low lactose and lactose-free milk and dairy products e prospects, technologies and applications. *Australian Journal of Dairy Technology* 58: 161-165.
- [31] Harju, M., 1987. A method for the specific separation of lactose from skim milk. *Finnish Journal of Dairy Science* 45: 82-93.
- [32] Tossavainen, O., Sahlstein, J., 2003. Process for producing a lactose-free milk product. Patent EP 1503630.
- [33] Choi, S.H., Lee, S.-B., Won, H.-R., 2007. Development of lactose hydrolysed milk with low sweetness using nanofiltration. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 20: 989-993.
- [34] Holst, H.H., Lauritzen, K., 2009. Process for producing lactose-free milk. PCT Patent Application WO 2009/043356.

- [35] Kallioinen, H., Tikanmäki, R., 2010. Low-lactose and lactose-free milk product and process for production thereof. Patent application US 2010/0055289.
- [36] Tikanmäki, R., Kallioinen, H., 2010. Low-lactose and lactose-free milk product and process for production thereof. Patent application US 2010/0055286.
- [37] Wang, J., 2005. Lactose-removed milk product and process for the preparation thereof. Patent application US 2005/0196508.
- [38] Evangelisti, F., Calcagno, C., Nardi, S., Zunin, P., 1999. Deterioration of protein fraction by Maillard reaction in dietetic milks. *Journal of Dairy Research* 66: 237-243.
- [39] Tossavainen, O., Kallioinen, H., 2008. Effect of lactose hydrolysis on furosine and available lysine in UHT skim milk. *Milchwissenschaft* 63: 22-26.
- [40] De Swaaf, P. M.M., Van Dijk, A.A., Edens, L., Dekker, P.J.T., 2007. Enzyme preparations yielding a clean taste. PCT Patent Application WO 2007/060247.
- [41] Mittal, S.B., Newell, G., Hourigan, J.A., ve Zadow, J.G., 1991. The effect of protease contamination in lactase on the flavor of lactose-hydrolyzed milks. *Australian Journal of Dairy Technology* 46: 46-47.
- [42] Rosensweig, N.S., 1969. Adult human milk intolerance and intestinal lactase deficiency. A review. *Journal of Dairy Science* 52: 585-587.
- [43] Marchiondo, K., 2009. Lactose intolerance: a nursing perspective. *Medsurg Nursing. Official Journal of the Academy of Medical-Surgical Nurses* 18: 9-15, 32.
- [44] Welsh, J.D., 1978. Diet therapy in adult lactose malabsorption: present practices. *American Journal of Clinical Nutrition* 31: 592-596.
- [45] Matthews, S.B., Waud, J.P., Roberts, A.G., Campbell, A.K., 2005. Systemic lactose intolerance: a new perspective on an old problem. *Postgrad Medical Journal* 81: 167-173.
- [46] He, T., Priebe, M.G., Harmsen, H.J., Stellaard, F., Sun, X., Welling, G.W., 2006. Colonic fermentation may play a role in lactose intolerance in humans. *Journal of Nutrition* 136: 58-63.
- [47] Rusynyk, R.A., Still, C.D., 2001. Lactose intolerance. *Journal of the American Osteopathic Association* 101: S10-S12.
- [48] Swagerty, D.L., Jr., Walling, A.D., Klein, R.M., 2002. Lactose intolerance. *American Family Physician* 65: 1845-1850.
- [49] Heyman, M.B., 2006. Lactose intolerance in infants, children, and adolescents. *Pediatrics* 118(3): 1279-1286.
- [50] Kretchmer, N., 1968. On the homology between human development and pediatrics. *Pediatric Research* 2: 283-286.
- [51] Kretchmer, N. 1971. Lactose and lactase e a historical perspective. *Gastroenterology* 61: 805-813.
- [52] Johnson, A.O., Semenya, J.G., Buchowski, M.S., Enwonwu, C.O., Scrimshaw, N.S., 1993. Correlation of lactose maldigestion, lactose intolerance, and milk intolerance. *American Journal of Clinical Nutrition* 57: 399-401.
- [53] Moore, B.J., 2003. Dairy foods: are they politically correct? *Nutrition Today* 38: 82-90.
- [54] Suarez, F.L., Savaiano, D., Arbisi, P., Levitt, M.D., 1997. Tolerance to the daily ingestion of two cups of milk by individuals claiming lactose intolerance. *American Journal of Clinical Nutrition* 65: 1502-1506.
- [55] Savaiano, D.A., Levitt, M.D., 1987. Milk intolerance and microbe-containing dairy foods. *Journal of Dairy Science* 70: 397-406.
- [56] Scrimshaw, N.S., Murray, E.B., 1988. The acceptability of milk and milk products in populations with a high prevalence of lactose intolerance. *American Journal of Clinical Nutrition* 48: 1079-1159.
- [57] Srinivasan, R., Minocha, A., 1998. When to suspect lactose intolerance. Symptomatic, ethnic, and laboratory clues. *Postgraduate Medicine* 104, 109-111, 115-116, 122-123.
- [58] Cox, T., 2003. Disaccharidase deficiency. In D. Warrell, T. Cox, J. Firth, ve E. J. Benz (Eds.), *Oxford textbook of medicine* (4th edn.). New York, NY, USA: Oxford University Press.
- [59] Swallow, D.M., 2003. Genetics of lactase persistence and lactose intolerance. *Annual Review of Genetics* 37: 197-219.
- [60] Lloyd, M., Olsen, W., 1995. Disaccharide malabsorption. In W. Haubrich, F. Schaffner, ve J. Berk (Eds.), *Bockus gastroenterology* (5th edn.). Philadelphia, PA: Saunders.
- [61] Paige, D.M., Bayless, T.M., Mellitis, E.D., Davis, L., 1977. Lactose malabsorption in preschool black children. *American Journal of Clinical Nutrition* 30: 1018-1022.
- [62] Sahi, T., 1994. Genetics and epidemiology of adult-type hypolactasia. *Scandinavian Journal of Gastroenterology* 202: S7-S20.
- [63] Johnson, J., 1981. The regional and ethnic distribution of lactose malabsorption. In D. Paige, ve T. Bayless (Eds.), *Lactose digestion: Clinical and nutritional implications*. Baltimore, MD, USA: John Hopkins University Press.
- [64] Torniainen, S., Parker, M.I., Holmberg, V., Lahtela, E., Dandara, C., Jarvela, I. (Jul 5 2009). Screening of variants for lactase persistence/non-persistence in populations from South Africa and Ghana. *BMC Genetics* 10: 31.
- [65] Casellas, F., Varela, E., Aparici, A., Casaus, M., Rodriguez, P., 2009. Development, validation, and applicability of a symptoms questionnaire for lactose malabsorption screening. *Digestive Diseases and Sciences* 54: 1059-1065.
- [66] Arola, H., 1994. Diagnosis of hypolactasia and lactose malabsorption. *Scandinavian Journal of Gastroenterology* 202: S26-S35.
- [67] Dipalma, J.A., Narvaez, R.M., 1988. Prediction of lactose malabsorption in referral patients. *Digestive Diseases and Sciences* 33: 303-307.
- [68] Suarez, F.L., Savaiano, D.A., Levitt, M.D., 1995a. A comparison of symptoms after the consumption of milk or lactose-hydrolyzed milk by people with self reported severe lactose intolerance. *New England Journal of Medicine* 333: 1-4.

- [69] McBean, L.D., Miller, G.D., 1998. Allaying fears and fallacies about lactose intolerance. *Journal of the American Dietetic Association* 98: 671-676.
- [70] Vernia, P., Ricciardi, M.R., Frandina, C., Bilotta, T., Frieri, G., 1995. Lactose malabsorption and irritable bowel syndrome. Effect of a long-term lactose-free diet. *Italian Journal of Gastroenterology* 27: 117-121.
- [71] Jankowiak, C., Ludwig, D., 2008. Frequent causes of diarrhea: celiac disease and lactose intolerance. *Med Klin (Munich)* 103: 413-422.
- [72] Vesa, T.H., Seppo, L.M., Marteau, P.R., Sahi, T., Korpela, R., 1998. Role of irritable bowel syndrome in subjective lactose intolerance. *Am. J. Clin. Nutr.* 67(4): 710-715.
- [73] Savaiano, D., 2002. Lactose maldigestion vs. intolerance. *Sciences des Aliments* 22: 425-430.
- [74] Carroccio, A., Montalto, G., Cavera, G., Notarbatolo, A., 1998. Lactose intolerance and self-reported milk intolerance: relationship with lactose maldigestion and nutrient intake. Lactase deficiency study group. *Journal of the American College of Nutrition* 17: 631-636.
- [75] Scrimshaw, N., Murray, E., 1988. Lactose tolerance and milk consumption. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion* 38: 543-567.
- [76] Haverberg, L., Kwon, P.H., Scrimshaw, N.S., 1980. Comparative tolerance of adolescents of differing ethnic backgrounds to lactose-containing and lactosefree dairy drinks. I. Initial experience with a double-blind procedure. *American Journal of Clinical Nutrition* 33: 17-21.
- [77] Newcomer, A.D., McGill, D.B., Thomas, P.J., Hofmann, A.F., 1978. Tolerance to lactose among lactase-deficient American Indians. *Gastroenterology* 74: 44-46.
- [78] Rask Pedersen, E., Jensen, B.H., Jensen, H.J., Keldsbo, I.L., Hylander Moller, E., Norby Rasmussen, S., 1982. Lactose malabsorption and tolerance of lactose hydrolyzed milk. A double-blind controlled crossover study. *Scandinavian Journal of Gastroenterology* 17: 861-864.
- [79] Reasoner, J., Maculan, T.P., Rand, A.G., Thayer, W.R., Jr., 1981. Clinical studies with low-lactose milk. *American Journal of Clinical Nutrition* 34: 54-60.
- [80] Hertzler, S.R., Savaiano, D.A., 1996. Colonic adaptation to daily lactose feeding in lactose maldigesters reduces lactose intolerance. *American Journal of Clinical Nutrition* 64: 232-236.
- [81] Leichter, J., 1973. Comparison of whole milk and skim milk with aqueous lactose solution in lactose tolerance testing. *American Journal of Clinical Nutrition* 26: 393-396.
- [82] Holgate, A.M., Read, N.W., 1985. Effect of ileal infusion of intralipid on gastrointestinal transit, ileal flow rate, and carbohydrate absorption in humans after ingestion of a liquid meal. *Gastroenterology* 88: 1005-1011.
- [83] Houghton, L.A., Mangnall, Y.F., Read, N.W., 1990. Effect of incorporating fat into a liquid test meal on the relation between intragastric distribution and gastric emptying in human volunteers. *Gut* 31: 1226-1229.
- [84] Spiller, R.C., Trotman, I.F., Higgins, B.E., Ghatei, M.A., Grimble, G.K., Lee, Y.C., 1984. The ileal brake-inhibition of jejunal motility after ileal fat perfusion in man. *Gut* 25: 365-374.
- [85] Savaiano, D., Hertzler, S., Jackson, A.J., Suarez, F.L., 2001. Nutrient considerations in lactose intolerance. In A. M. Coulston, C.L. Rock, & E.R. Monsen (Eds.), *Nutrition in the prevention and treatment of disease* (pp. 563-575). San Diego, CA, USA: Academic Press.
- [86] Kolars, J.C., Levitt, M.D., Aouji, M., Savaiano, D.A., 1984. Yogurt e an autodigesting source of lactose. *New England Journal of Medicine* 310: 1-3.
- [87] Gorbach, S.L., 1990. Lactic acid bacteria and human health. *Annals of Medicine* 22: 37-41.
- [88] McDonough, F.E., Hitchins, A.D., Wong, N.P., Wells, P., Bodwell, C.E., 1987. Modification of sweet acidophilus milk to improve utilization by lactose intolerant persons. *American Journal of Clinical Nutrition* 45: 570-574.
- [89] Gilliland, S.E., Kim, H.S., 1984. Effect of viable starter culture bacteria in yogurt on lactose utilization in humans. *Journal of Dairy Science* 67: 1-6.
- [90] Lerebours, E., N'Djitoyapdam, C., Lavoine, A., Hellot, M.F., Antoine, J.M., Colin, R., 1989. Yogurt and fermented-then-pasteurized milk: effects of short-term and long-term ingestion on lactose absorption and mucosal lactase activity in lactase-deficient subjects. *American Journal of Clinical Nutrition* 49: 823-827.
- [91] Savaiano, D.A., Abouelanouar, A., Smith, D.E., Levitt, M.D., 1984. Lactose malabsorption from yogurt, pasteurized yogurt, sweet acidophilus milk, and cultured milk in lactase-deficient individuals. *American Journal of Clinical Nutrition* 40: 1219-1223.
- [92] Shermak, M.A., Saavedra, J.M., Jackson, T.L., Huang, S.S., Bayless, T.M., Perman, J.A., 1995. Effect of yogurt on symptoms and kinetics of hydrogen production in lactose-malabsorbing children. *American Journal of Clinical Nutrition* 62: 1003-1006.
- [93] Jarvis, J.K., Miller, G.D., 2002. Overcoming the barrier of lactose intolerance to reduce health disparities. *Journal of the National Medical Association* 94: 55-66.
- [94] Montalto, M., Nucera, G., Santoro, L., Curigliano, V., Vastola, M., Covino, M., 2005. Effect of exogenous beta-galactosidase in patients with lactose malabsorption and intolerance: a crossover double-blind placebo-controlled study. *European Journal of Clinical Nutrition* 59: 489-493.
- [95] Montalto, M., Curigliano, V., Santoro, L., Vastola, M., Cammarota, G., Manna, R., 2006. Management and treatment of lactose malabsorption. *World Journal of Gastroenterology* 12: 187-191.

## Keten Tohumunun Yapısındaki Fenolik Bileşikler

Evrım Özkaynak Kanmaz<sup>1</sup>, Gülden Ova<sup>2</sup><sup>1</sup>Artvin Çoruh Üniversitesi, Sağlık Yüksek Okulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Artvin<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

Geliş Tarihi (Received): 29.06.2012, Kabul Tarihi (Accepted): 12.10.2012

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): evrimka2000@yahoo.com (E. Özkaynak Kanmaz)

☎ 0 466 212 13 01 / 2119 📠 0 466 212 37 19

### ÖZET

Keten tohumu lignanlar, fenolik asitler ve flavonoidler gibi sağlığa yararlı fitokimyasalların doğal kaynağı olup enterodiol ve enterolaktone memeli lignanlarının öncüsü sekoisolarikirezinol diglukosid (SDG) lignan açısından da en zengin kaynaktır. Yapılan çalışmalar sonucunda keten tohumunun insanlar üzerinde özellikle fitoöstrojenik, antioksidan, antikarsinojenik ve kardioprotektif etkilerinin yapısında bulunan SDG lignan ve diğer fenolik bileşiklerden kaynaklandığı ileri sürülmektedir. Bu önemli biyoaktif bileşiklerden dolayı keten tohumunun gıda sanayinde fonksiyonel gıda olarak veya gıda ürünlerinde fonksiyonel bileşen olarak kullanımı gün geçtikçe artmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Keten tohumu, Fonksiyonel gıda, SDG lignan, Fenolik asitler, Flavonoidler.

### Phenolic Compounds of Flax Seed

#### ABSTRACT

Flaxseed is a valuable source of phytochemicals such as lignans, phenolic acids and flavonoids with beneficial health effects. Flaxseed is also the richest source of secoisolariciresinol diglucoside (SDG) which is converted to mammalian lignans as enterodiol and enterolactone. Especially, phytoestrogenic, anticarcinogenic, antioxidative and cardioprotective effects of flaxseed were attributed to its content of SDG, phenolic acids and flavonoids. Flaxseed is increasingly used as a functional food or a functional ingredient in food products because of its valuable bioactive compounds in food industry.

**Key Words:** Flaxseed, Functional food, SDG lignan, Phenolic acids, Flavonoids

#### GİRİŞ

Fonksiyonel gıdalar, vücudun temel besin öğeleri gereksinimini karşılamanın yanı sıra insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde ilave faydalar sağlayarak hastalıklardan korunmada ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada destek olan gıdalar veya gıda bileşenleridir. Gıdalardaki vitamin olmayan yararlı kimyasallar olarak tanımlanan nutrasötiklerden bitkisel kaynaklı olanlarına fitokimyasal adı verilmektedir [1]. Keten tohumu lignanlar, flavonoidler ve fenolik asitler gibi fitokimyasalların doğal kaynağıdır [2-4].

Keten tohumu 20 yılı aşkın bir süredir fonksiyonel gıda olarak tane keten tohumu, öğütülmüş keten tohumu, keten tohumu yağı, yağı alınmış keten tohumu küspesi, keten tohumu lifi ve lignan ekstraktları şeklinde kullanılmaktadır [5]. Bütün halde keten tohumu; kahvaltılık tahıllarda, karışık tahıllı ekmekte, kahvaltılık içeceklerinde, salata soslarında, salata kremalarında, bisküvilerde, keklerde, krakerlerde, çorbalarda ve enerji barlarında kullanılmakta olup keten tohumu unu ticari olarak ekmeklerde ve kurabiyelerde kullanılmaktadır [6, 7]. Ayrıca yağı alınmış keten tohumu küspesi de düşük



yağ içeriğinin yanı sıra yüksek diyet lifi, müsilaj ve lignan içerme nedeniyle fonksiyonel gıdalar için iyi bir bileşen olabilmekte; fırıncılık ürünlerinde ve kahvaltılık tahıllarda kullanılmaktadır [5, 8].

## KETEN TOHUMUNUN YAPISINDAKİ FENOLİK BİLEŞİKLER

Keten tohumunda insan beslenmesi açısından önemli değere sahip olan fenolik bileşikler fenolik asitler, flavonoidler ve izoflavonoidler içinde yer alan lignanlar olarak üç başlık altında toplanmaktadır. Keten tohumunun fitoöstrojenik, antioksidan, antikarsinojenik ve kardioprotektif etkileri SDG lignandan ve içerdiği diğer fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır [9, 10].

## Lignanlar ve SDG Lignan

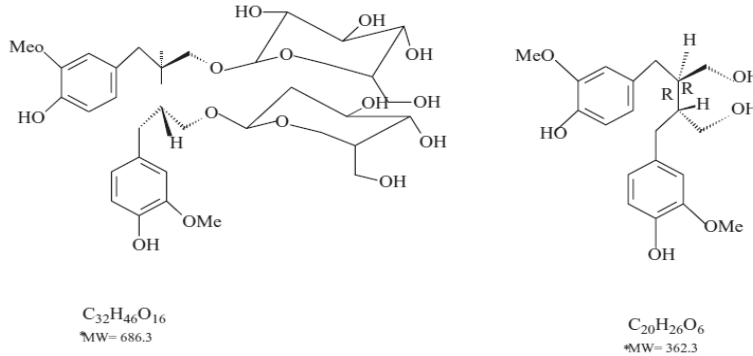
Keten tohumunu fonksiyonel gıda olarak önemli kılan ve fenolik bileşikler içerisinde yer alan önemli bir grup lignanlardır. Lignanlar izoflavonoidlerin bir alt grubu olup doğada bitkisel lignanlar ve memeli lignanları olarak bulunmaktadır. Keten tohumunun yapısındaki lignanlar vücuttaki östrojen hormonuna benzer yapıya sahip olan bitkisel kökenli bileşikler grubunda yer alırlar [11]. Keten tohumu, keten tohumu posası ve unu gibi ürünler yüksek konsantrasyonda bitki lignanları içermektedirler ve lignanca en zengin kaynaklardır. Tahıllar, tahıl kepekleri, susam, ay çekirdeği, balkabağı çekirdeği gibi birkaç yağlı tohum, meyveler ve sebzeler ise keten tohumuna göre oldukça düşük düzeylerde lignan içermektedirler [4]. Lignanlar açısından zengin bazı bitkisel gıdaların lignan içerikleri Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Lignanlar açısından zengin bazı bitkisel gıdaların lignan içerikleri [4].

Gıda kaynağı	Lignan miktarı (µg/100 g)	Gıda kaynağı	Lignan miktarı (µg/100 g)
Keten tohumu	370 000	Havuç	478
Susam tohumu	2900	Sarımsak	382.6
Ay çekirdeği	609.5	Soğan	91.0
Buğday	8.1	Yeşilbiber	124.0
Buğday kepeği	110.1	Patates	16.0
Arpa	58	Domates	58.1
Yulaf	13.7	Yaban mersini	1510
Yulaf kepeği	178.8	Çilek	1578
Pirinç	112-232	Portakal	74.6
Lahanağiller	185 – 2321	Siyah çay	2787
Brokoli	437.3	Yeşil çay	2646
Kırmızı pancar	99.5	Kahve (instant)	716

Keten tohumunda matairesinol [12], SECO (sekoizolarikiresinol), izolarikiresinol, pinoresinol [13] ve larikiresinol [14] lignanları bulunmaktadır. Bitkilerde bulunan lignanlar serbest formda bulunabildikleri gibi bir veya birden fazla şekere bağlanarak glikozid formunda da bulunabilmektedirler. Keten tohumunda bulunan SECO lignanının glikozid formu SDG

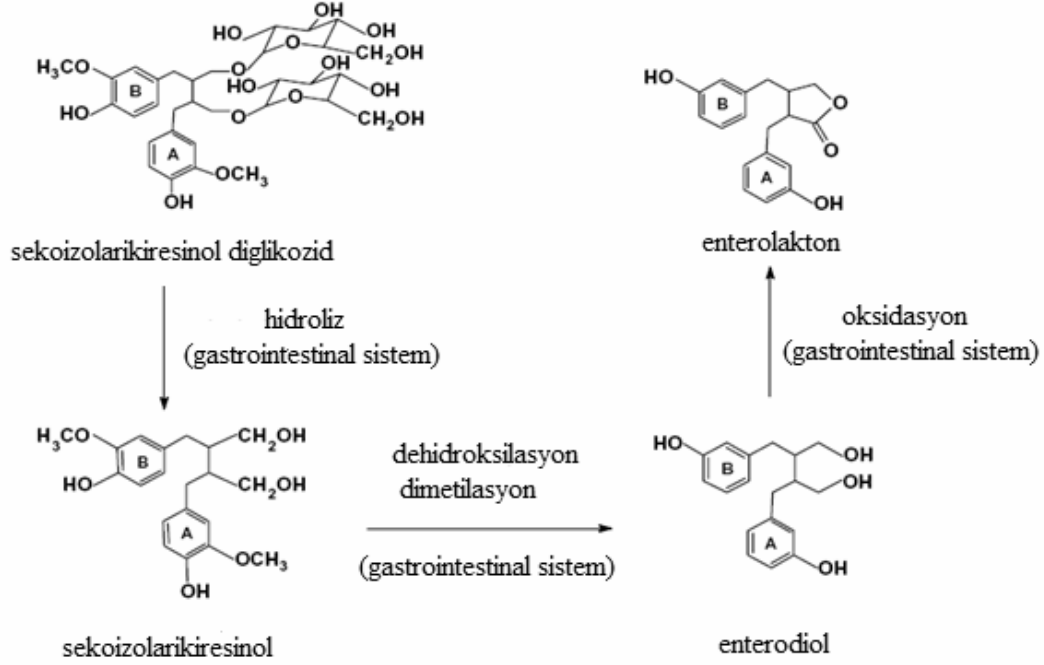
(sekoizolarikiresinol diglikozid), lignan bileşiği (Şekil 1), 3-hidroksi-3-metil glutarik asidin ester bağlarıyla oligomere bağlanmasıyla meydana gelmektedir [15, 16]. SDG birimlerinden oluşan lignan makromolekülleri birbirlerine hidroksi metil glutarik asit (HMGA) ile ester bağlarıyla bağlıdır [15, 17]. Şekil 1'de SDG ve SECO bileşiklerinin kimyasal yapısı görülmektedir.



Şekil 1. SDG ve SECO bileşiklerinin kimyasal yapıları ve molekül ağırlıkları [18]

Memeli lignanlarının üretimi hem bağırsaktaki aktif flora varlığına hem de uygun lignan kaynağının diyetle alınmasına bağlıdır [19]. Bitkisel lignanlar ağız yoluyla alındıktan sonra sindirim sisteminde kalın bağırsakta mikroflora (bakteriler) aracılığıyla enterolakton (ENL) ve enterodiol (END) memeli lignanlarına

dönüştürülmektedir [5, 8, 20] (Şekil 2). SDG, pinorezinol, siringarezinol ve larisirezinol hidroliz edildikten sonra hem END hem de ENL memeli lignanlarına metabolize edilmekte; matairesinol ise ENL'ye dönüştürülmektedir [21].



Şekil 2. Keten tohumunda SDG lignanın kalın bağırsakta aglikon formu olan SECO'ya, daha sonra da enterolakton (EL) ve enterodiol (ED) memeli lignanlarına dönüşüm metabolizması [5].

SDG lignan, enterolakton and enterodiol memeli lignanlarının başlıca kaynağıdır [20, 22, 23] ve keten tohumu memeli lignan ön maddesi olan sekoizolarikiresinol diglukosid (SDG) açısından en zengin kaynaktır [24].

Fitoöstrojenler östrojenik steroidlere fonksiyonel benzerlik gösterirler. Östrojen metabolizmasını ve aktivitesini, protein sentezini, büyüme faktörü hareketini, kötü huylu hücre farklılaşmasını etkilemektedirler. Östrojenler erkek ve kadın üreme sisteminin büyüme ve fonksiyonunu etkiler, iskelet ve santral sinir sisteminin düzenli işleyişini sağlar, kardiyovasküler sistemi korur, kolon kanserine ve derinin yaşlanmasına karşı organizmayı korur. Birçok kadın östrojen yerine koyma tedavisinde düzensiz kanamalara neden olabilen, meme ve endometrium kanseri riskini artırabilen östrojen takviyeleri yerine fitoöstrojenleri tercih etmektedir. Menopoz sonrası osteoporozun ana nedeni östrojen eksikliğidir. Östrojene benzer lignan ve izoflavon gibi bileşiklerin verilmesinin osteoporozu önleyebileceği düşünülmektedir [25].

Keten tohumunun yapısındaki lignan kompleksi ağırlık olarak %34–38 SDG, %15–21 sinamik asit glukosid ve %9.6–11.0 hidroksimetilglutarik asit içermektedir. SDG lignan bir antioksidandır, hidroksimetilglutarik asit hipolipidemik aktiviteye sahip olup sinamik asit ise antioksidan özellik göstermektedir. Bundan dolayı lignan komplekslerinin hem antioksidan hem de hipolipidemik bileşenlere sahip olduğu ileri sürülmektedir [23, 26].

Ayrıca, lignanların meme kanseri gibi hormonlarla ilişkili kanser tiplerinin [27-30] ve kolon kanseri gibi

hormonlarla ilgili olmayan kanser tiplerine [27, 31] karşı koruyucu etkisinin olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca, kardiyovasküler hastalıkların riskini de düşürmekte [32] ve diyabet üzerinde baskılayıcı bir etki gösterebilmektedir [26]. Keten tohumunda bulunan SDG lignan anti-kanser ve anti-oksidan özelliklerinin yanı sıra anti-viral, anti-bakteriyal ve anti-fungal özelliklere de sahiptir. Güçlü bir antioksidan olmasından dolayı da farklı hastalıklara karşı bağışıklık sistemini güçlendirici bir maddedir [33, 34].

Keten tohumunun yapısındaki SDG lignan tayini genellikle lignan kompleks bileşiğinin bazik hidroliz işlemine tabi tutularak açığa çıkan SDG lignan bileşiğinin kromatografik olarak saptanması prensibine dayanmaktadır. Bazı çalışmalarda ise asidik hidroliz işlemi uygulanarak keten tohumunun yapısındaki SDG lignan bileşiği aglikon formu olan SECO bileşiğine parçalanmakta ve SDG lignan miktarı SECO eşdeğeri üzerinden tayin edilmektedir. Keten tohumunun SDG lignan içeriği kültür çeşitliliğine, hasad yılına, hasad yerine ve uygulanan analiz yöntemine göre değişkenlik gösterebilmektedir [34-36]. Literatürde incelenen çalışmalarda yağı alınmış keten tohumu küspesinde SDG lignan miktarı 5.87–24.1 mg/g [8, 20, 38-40] olarak değişmektedir ve bu miktarlar baklagiller, tahıllar, meyve sebzelerde saptanan miktarlardan oldukça yüksek düzeydedir [41].

### Fenolik Asitler

Fenolik asitler hidroksisinnamik asitler ve hidroksibenzoik asitler olmak üzere iki ana grupta incelenirler. Fenolik asitler doğada meyve, sebze ve

birçok bitkinin yapısında bulunan hidrofilik bileşiklerdir. Fenolik asitlerin fenol halkasına bağlı hidroksil grupları çok aktif olup, şekerlerle birleşerek glikozitleri oluştururlar [42].

Keten tohumu çeşitli fenolik asitleri ve bunların glikozidik formlarını yapısında taşımaktadır. Keten tohumunda bulunan fenolik asitler üzerine çalışan Dabrowski ve Sosulski [43] keten tohumunun *p*-kumarik, *o*-kumarik, ferrulik, *p*-hidroksibenzoik, vanilik, and sinapik asitlerin serbest ve bağlı formlarını içerdiğini saptamışlardır. Çalışmada kabuğu ve yağı alınmış keten tohumunun toplam ve esterleşmiş fenolik içeriklerinin ferrulik eşdeğeri üzerinden sırasıyla 81 ve 73.9 mg/100 g olduğunu; toplam ve esterleşmiş fenoliklerin %46 trans-ferrulik, %36 trans-sinapik, %7.5 *p*-kumarik asit ve %7.5 trans-kafeik asit bileşiklerinden oluştuğu saptanmıştır.

Başka bir çalışmada keten tohumunun *p*-kumarik asit ve ferrulik asitin glikozidik formlarını yüksek miktarda içerdiği bildirilmiştir [35]. Öğütülmüş keten tohumu küspesinde çalışan [44] ise küspenin büyük molekül ağırlığına sahip *p*-kumarik asit glikozit ve ferrulik asit glikozit bileşiklerini yüksek miktarda içerdiğini bildirmişlerdir.

Keten tohumunun fenolik asit içeriğindeki çeşitlilik ve bulunma düzeylerindeki değişim mevsimsel etkilerden ve kültürel çeşit farklılığından kaynaklanmaktadır. Yağı alınmış keten tohumu küspelerinin metanol ekstraktlarında toplam fenolik madde miktarları ferrulik asit eşdeğeri üzerinden 130-220 mg/100 g arasında bulunmuştur [45]. Diğer bir çalışmada, [2] keten tohumu örneklerinde bazik metanolla esterleşmiş fenolikleri ve sadece metanol kullanarak serbest fenolikleri ekstrakte etmişler; klorojenik asit üzerinden keten tohumunda serbest fenoliklerin 300-500 mg/100 g ve esterleşmiş fenoliklerin ortalama 500 mg/100 g olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar esterleşmiş fenoliklerin toplam fenolik madde miktarının %48-66'sını oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Oomah ve Mazza [46] keten tohumlarının toplam fenolik madde miktarını ferrulik asit eşdeğeri üzerinden 1314 mg/100 g, yağı alınmış keten tohumunda ise 1619 mg/100 g olarak bulmuşlardır. Velioglu et al. [47] keten tohumunun toplam fenolik madde içeriklerini oda sıcaklığında asidik metanollü ekstraksiyon işlemi ile ekstrakte etmişler ve 509 mg ferrulik asit/100 g olarak saptamışlardır. Eliasson et al. [38] öğütülmüş keten tohumu örneklerini bazik hidroliz işlemine tabii tutarak fenolik bileşikleri ekstrakte etmişlerdir. Keten tohumunun *p*-kumarik asit glikozit ve ferrulik asit glikozit bileşiklerinin sırayla 1.2-8.5 ve 1.6-5.0 mg/g arasında değiştiğini saptamışlardır.

Beejmohun et al. [39] keten tohumunun yağı alınmış küspesine mikrodalga sistemiyle bazik olarak ekstraksiyon işlemi uygulamışlar ve fenolik bileşikleri elde etmişlerdir. Ekstraktlardaki *p*-kumarik asit glikozit bileşiğini 3.7 mg/g ve ferrulik asit glikozit bileşiğini ise 4.1 mg/g olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Choo et al. [48] asidik metanollü ekstraksiyon ile %2 keten tohumu küspesi içeren keten tohumu yağında toplam fenolik

madde miktarını 76.8-307.3 mg ferrulik asit /100 g arasında değiştiğini saptamışlardır.

Bozan ve Temelli [49] keten tohumundan serbest fenolikleri sulu metanol, esterleşmiş fenolikleri ise asidik metanol ile ekstrakte etmişler ve gallik asit eşdeğeri üzerinden 100 gram keten tohumunda serbest fenolikleri 383 mg, esterleşmiş fenolikleri 1287 mg ve toplam fenolik madde miktarını ise 1670 mg olarak saptadıklarını bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise yağı alınmış keten tohumu örneklerinde serbest fenolikler %80'lik metanolla, esterleşmiş fenolikler ise asidik metanolla ekstrakte edilmiştir. Keten tohumu örneklerinde ferrulik asit eşdeğeri üzerinden serbest fenolik madde miktarı 85.78 ve 249.33 mg/100g arasında değişirken esterleşmiş fenolik madde miktarı 488.70-959.87 mg/100g olarak saptanmıştır [40].

## Flavonoidler

Keten tohumunun yapısında bulunan fenolik bileşiklerin önemli bir kısmını oluşturan diğer bir grup ise flavonoidlerdir. Flavonoidler, flavan (2-fenol-benzo-dihidro-piran) türevleridir ve fotosentez yapan hücrelerde yer alırlar. Keten tohumunun flavonoid içeriğine kültür çeşitliliği ve çevresel faktörlerin etki ettiği belirtilmektedir [3,50]. Keten tohumunda bulunan başlıca flavonoidler herbacetin diglukozit, kaempferol diglukozit [15, 51] ve flavan C- ve O-glikositlerdir [24]. Yapılan bir çalışmada keten tohumunun toplam flavonoid içeriği 35 ile 71 mg/100 g arasında saptanmıştır [3]. Choo et al. [48] ise keten tohumu yağının toplam flavonoid miktarını 12.7-25.6 mg luteolin/100 g olarak tespit etmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise yağı alınmış keten tohumu örneklerinde toplam flavonoid içeriği 13.61 ve 33.65 mg luteolin/100 g arasında bulunmuştur [40].

## SONUÇ

Keten tohumu yüksek düzeyde SDG lignan, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid içeriğine sahip bir yağlı tohum olup keten tohumunun fenolik bileşik içeriği ve miktarı kültürel çeşitliliğe, iklime, ekstraksiyon koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Günümüzde dünyada ve Türkiye'de keten tohumu gerek kendisi fonksiyonel gıda olarak kullanılmakta gerekse fonksiyonel gıdalara fonksiyonel ingredient olarak eklenmektedir.

Özellikle son yıllarda fitokimyasalların kanser, koroner kalp hastalığı, diyabet, yüksek kan basıncı, enflamatuvar, viral ve parazitik hastalıklardaki yararlı etkilerini araştıran bilimsel araştırmaların sayısı hızla artmaktadır. Fitokimyasal ajanların izole olarak kullanıldığında mı yoksa doğal şekliyle gıdalarda tüketildiğinde mi daha etkili olduğu ise tartışma konusudur ki izole edilen fitokimyasallar aktivite kaybetmekte veya gıdalardaki doğal şekli gibi hareket etmemektedir. Ayrıca izole halde alınabilecek yüksek konsantrasyonlarda fenolik bileşikler anti-nütrient ve toksin gibi davranabilmektedirler. Bu nedenle bu konularda daha fazla çalışmaya gerek olduğu düşünülmektedir. Genel olarak bütün araştırmacıların üzerinde fikir birliğine ulaştıkları nokta ise

fitokimyasalların doğal ve dengeli bir şekilde buldukları yiyecekler ile tüketilmeleridir.

## KAYNAKLAR

- [1] Başer, K.H.C., 2002. Fonksiyonel gıdalar ve nutrasötikler. 14. *Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı*, Bildiriler, 29-31 Mayıs,2004, Eskişehir,
- [2] Oomah, B.D., Kenaschuk, E.O., Mazza, G., 1995. Phenolic acids in flaxseed. *J. Agric. Food Chem.* 43: 2016-2019.
- [3] Oomah, B.D., Mazza, G., Kenaschuk, E.O., 1996. Flavonoid content of flax seed. Influence of cultivar and environment. *Euphytica* 90: 163-167.
- [4] Meagher, L., Beecher, G.R., 2000, Assessment of data on the lignan content of foods. *Journal of Food Composition and Analysis* 13: 935-947.
- [5] Hu, C., Yuan, Y.V., Kitts, D.D., 2007. Antioxidant activities of the flaxseed lignan secoisolariciresinol diglucoside, its aglycone secoisolariciresinol and the mammalian lignans enterodiol and enterolactone *in vitro*. *Food and Chemical Toxicology* 45(11): 2219-2227.
- [6] Medina, L.S.A., 2006. Phenolic Compounds: Their Role during Olive Oil Extraction and in Flaxseed-transfer and Antioxidant Function. Doctorate thesis. University of Lleida Agronoical, Forestal and Food Systems Doctorate Program Food Technology Department Lleida, Spain, 211p.
- [7] Coşkuner, Y., Karababa, E., 2007. Some physical properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *Journal of Food Engineering* 78: 1067-1073.
- [8] Madhusudhan, B., Wiesenborn, D., Schwarz, J., Tostenson, K., Gillespie, J. A., 2000. Dry mechanical method for concentrating the lignan secoisolariciresinol diglucoside in flaxseed. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 33: 268-275.
- [9] Clifford, M.N., 2000. Chlorogenic acids and other cinnamates—nature, occurrence, dietary burden, absorption and metabolism. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 1033–1043.
- [10] Westcott, N.D., Muir, A.D., 2000. Overview of flaxseed lignans. *Inform* 11: 118–121.
- [11] Webb, A.L., McCullough, M.L., 2005. Dietary lignans: potential role in cancer prevention. *Nutrition and Cancer* 51(2): 117–131.
- [12] Liggins, J., Grimwood, R., Bingham, S.A., 2000. Extraction and quantification of lignan phytoestrogens in food and human samples. *Anal. Biochem.* 287: 102–109.
- [13] Meagher, L.P., Beecher, G.R., Flanagan, V.P., Li, B.W., 1999. Isolation and characterization of the lignans, isolariciresinol and pinoresinol, in flaxseed meal. *J. Agric. Food Chem.* 47: 3173–3180.
- [14] Sicilia, T., Niemeyer, H.B., Honig, D.M., Metzler, M., 2003. Identification and stereochemical characterization of lignans in flaxseed and pumpkin seeds. *J. Agric. Food Chem.* 51: 1181-1188.
- [15] Struijs, K., Vincken, J. P., Verhoef, R., Willemieck, H.M., Casteren, O., Voragen, A. G. J., Gruppen, H., 2007. The flavonoid herbacetin diglucoside as a constituent of the lignan macromolecule from flaxseed hulls. *Phytochemistry* 68: 1227–1235.
- [16] Milder, I., 2007. Lignan Intake in the Netherlands and its Relation with Mortality. Doctorate thesis. Thesis Wageningen University, the Netherlands, Dutch, 159p.
- [17] Charlet, S., Bensaddek, L., Raynaud, S., Gillet, F., Mesnard, F., Fliniaux, M.A. 2002. An HPLC procedure for the quantification of anhydrosecoisolariciresinol. Application to the evaluation of flax lignan content. *Plant Physiol. Biochem.* 40: 225–229.
- [18] Tour'e, A., Xueming, X., 2010. Flaxseed lignans: source, biosynthesis, metabolism, antioxidant activity, bio-active components, and health benefits. *Food Science and Food Safety* 9:261-269.
- [19] Kilkinen, A., Stumpf, K., Pietinen, P., Valsta, L.M., Tapanainen, H., Adlercreutz, H., 2001. Determinants of serum enterolactone concentration. *The American Journal of Clinical Nutrition* 73: 1094–1100.
- [20] Degenhardt, A., Habben, S., Winterhalter, P., 2002. Isolation of the lignan secoisolariciresinol diglucoside from flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) by high-speed counter-current chromatography. *Journal of Chromatography A* 943: 299-302.
- [21] Heinonen, S., Nurmi, T., Liukkonen, K., Poutanen, K., Wahala, K., Deyama, T., Nishibe, S., Adlercreutz, H., 2001. In vitro metabolism of plant lignans: new precursors of mammalian lignans enterolactone and enterodiol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 3178– 3186.
- [22] Nesbitt, P.D., Lam, Y.; Thompson, L.U., 1999. Human metabolism of mammalian lignan precursors in raw and processed flaxseed. *Am. J. Clin. Nutr.* 69: 549–555.
- [23] Kamal-eldin, A., Peerlkamp, N., Johnson, P., Andersson, R., Andersson, R.E., Lundgren, L.N., Aman, P., 2001. An oligomer from flaxseed composed of secoisolariciresinoldiglucoside and 3-hydroxy-3-methyl glutaric acid residues. *Phytochem.* 58: 587-590.
- [24] Mazza, G., 1998. Flaxseed Products for Disease Prevention. In: *Functional Foods, Biochemical and Processing Aspects*, Technomic Publishing Company, Lancaster-Pennsylvania, 91-127.
- [25] Coşkun, T., 2005. Fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi* 48: 69-84.
- [26] Prasad K, Mantha S.V., Muir A.D., Westcott N.D., 2000. Protective effect of secoisolariciresinol diglucoside against streptozotocin-induced diabetes and its mechanism. *Mol Cell Biochem.* 206:141–50.
- [27] Rickard, S.E., Thompson, L.U., 1997. Health effects of flaxseed mucilage, lignans. *Inform* 8: 860-865.
- [28] Boccardo, F., Lunardi, G., Guglielmini, P., Parodi, M., Murialdo, R., Schettini, G., Rubagotti, A., 2004. Serum enterolactone levels and the risk of breast cancer in women with palpable cysts. *Eur. J. Cancer* 40: 84–89.
- [29] Chen, J., Stavro, P.M., Thompson L.U., 2002. Dietary flaxseed inhibits human breast cancer growth and metastasis and downregulates expression of insulin-like growth factor and epidermal growth factor receptor. *Nutr. Cancer* 43:187-192.

- [30] Chen, J., Thompson, L.U., 2003. Lignans and tamoxifen, alone or in combination, reduce human breast cancer cell adhesion, invasion and migration in vitro. *Breast Cancer Res. Treat.* 80: 163-170.
- [31] Sung, M.K., Lautens, M., Thompson, L.U., 1998. Mammalian lignans inhibit the growth of estrogen-independent human colon tumor cells. *Anticancer Res.* 18: 1405-1408.
- [32] Lucas, E.A., Lightfoot, S.A., Hammond, J.L., Devareddy, L., Khalil, D. A., Daggy, B. P., Smith, B. J., Westcott, N., Mocanu, V., Soung do, Y., Arjmandi, B.H., 2004. Flaxseed reduces plasma cholesterol and atherosclerotic lesion formation in ovariectomized Golden Syrian hamsters. *Atherosclerosis* 173: 223-229.
- [33] Bloedon, L.T., Szapary, O.P., 2004. Flaxseed and cardiovascular risk. *Nutrition Reviews.* 62:18-27.
- [34] Collins, T. F. X., Sprando, R. L., Black, T. N., Olejnik, N., Wiesenfeld, P. W., Babu, U. S., Bryant, M., Flynn, T. J., Ruggles, D.I., 2003. Effects of flaxseed and defatted flaxseed meal on reproduction and development in rats. *Food and Chemical Toxicology* 41:819-834.
- [35] Westcott, N.D., Muir, A.D., 1996. Process for extracting and purifying lignans and cinnamic acid derivatives from flaxseed (PCTpatent No.WO9630468A2).
- [36] Thompson, L.U., Rickard, S.E., Cheung, F., Kenaschuk, E.O., Obermeyer, W.R., 1997. Variability in anticancer lignan levels in flax seed. *Nutr. Cancer* 27: 26-30.
- [37] Meagher, L.P., Beecher, G.R., Flanagan, V.P., Li, B.W., 1999. Isolation and characterization of the lignans, isolariciresinol and pinoresinol, in flaxseed meal. *J. Agric. Food Chem.* 47: 3173-3180.
- [38] Eliasson, C., Kamal-Eldin, A., Andersson, R., Aman, P., 2003. High-performance liquid chromatographic analysis of secoisolariciresinol diglucoside and hydroxycinnamic acid glucosides in flaxseed by alkaline extraction. *J. Chromatography A* 1012: 151-159.
- [39] Beejmohun, V., Fliniaux, O., Grand, E., Lamblin, F., Bensaddek, L., Christen, P., Kovensky, J., Fliniaux, M., Mesnard, F., 2007. Microwave-assisted extraction of the main phenolic compounds in flaxseed. *Phytochem. Anal.* 18: 275-282.
- [40] Özkaynak, E., 2011. Türkiye'de Yetiştirilen Bazı Yağlık Keten Tohumlarının (*Linum usitatissimum* L.) ve Filizlerinin Biyoaktif Bileşikler Açısından İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2011.
- [41] Wiesenborn, D., Tostenson, K., Kangas, N., 2003. Continuous abrasive method for mechanically fractionating flaxseed. *JAACS.* 80: 295-300.
- [42] Saldamlı, İ., 2005. Gıda Kimyası. Hacettepe Yayınları, Ankara.
- [43] Dabrowski, K.J., Sosulski, F.W., 1984. Composition of free and hydrolyzable phenolic acids in defatted flours of ten oilseeds. *J. Agric. Food Chem.* 32:128-130.
- [44] Johnsson, P., Peerlkampa, N., Kamal-Eldina, A., Andersson, R.E., Andersson, R., Lundgren, L.N., Åman, P., 2002. Polymeric fractions containing phenol glucosides in flaxseed. *Food Chemistry* 76: 207-212.
- [45] Wanasundara, P.K.J.P.D., Shahidi, F., 1994. Alkanol ammonia water/hexane extraction of flaxseed. *Food Chemistry* 49:39-44.
- [46] Oomah, B.D., Mazza, G., 1997. Effect of dehulling on chemical composition and physical properties of flaxseed. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 30: 135-140.
- [47] Velioglu, Y.S., Mazza, G., Gao, L., Oomah, B.D., 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J. Agric. Food Chem.* 46(10): 4113-4117.
- [48] Choo, W.S., Birch, J., Dufour, J.P., 2007. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils. *Journal of Food Composition and Analysis* 20: 202-211.
- [49] Bozan, B., Temelli, F., 2008. Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. *Bioresource Technology* 99: 6354-6359.
- [50] Pekkarinen, S.S., Heinonen, I.M., Hopia, A.I., 1999. Flavonoids quercetin, myricetin, kaemferol and (+)-catechin as antioxidants in methyl linoleate. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79: 499-506.
- [51] Qiu, S. X., Lu, Z. Z., Luyengi, L., Lee, S.K., Pezzuto, J.M., Farnsworth, N.R., Thompson, L.U., Fong, H.H.S., 1999. Isolation and characterization of flaxseed (*Linum usitatissimum*) constituents. *Pharm. Biol.* 37: 1-7.

## Gram-Pozitif Bakteriyosinlerin Genel Özellikleri ve Güncel Sınıflandırılması

Fadime Kıran, Özlem Osmanağaoğlu

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Tandoğan, Ankara

Geliş Tarihi (Received): 27.06.2012, Kabul Tarihi (Accepted): 24.09.2012

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [fkiran@science.ankara.edu.tr](mailto:fkiran@science.ankara.edu.tr) (F. Kıran)

☎ 0 312 212 67 20 /1552-1094 📠 0 312 223 23 95

### ÖZET

Laktik asit bakteri (LAB) familyası bazı üyelerinin de dahil olduğu bakteriler, aynı çevrede yaşayan ya da o çevreyi işgal eden diğer yarışmacı bakterilerin gelişimini engelleme özelliğine sahip antimikrobiyal maddeler sentezlemektedirler. Bu maddelerden en iyi bilineni bakteriyosinlerdir. Özellikle bakteriyosin üreten bakterilerin gıdalardaki varlığı son derece yaygındır. Mevcut tüm bakteriyosinleri kapsayan genel ve tutarlı bir sınıflandırma modeli formüle etmek bugüne kadar kolay olmamıştır. Bu derleme çalışmasında, Gram-pozitif bakteriyosinler için literatürde yer alan güncel klasik sınıflandırma sistemlerine ilaveten, yapı-temelli dizi parmak izi yöntemi ile oluşturulan yeni sınıflandırma modellerinden bahsedilmiştir. Gıda korunmasında, gıda güvenliğinde ve yeni ilaçlar geliştirmek amacıyla tıp alanında kullanılan ve anti-enfektif ajanlar olarak umut vaat eden bakteriyosinlerle ilgili bilgiler, sınıflandırma yöntemlerinin ortaya koyduğu güncel modeller neticesinde gün geçtikçe gelişme göstermektedir. Sınıflandırma için tutarlı ve yeterli bir sınıflandırma modelinin oluşturulması ise özellikle bakteriyosin alanında çalışan araştırmacılar için oldukça önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Bakteriyosin, Sınıflandırma, Yapı-temelli dizi parmakizi, Bakteriyosin veri tabanı

### General Characteristics and Current Classification of Gram-Positive Bacteriocins

#### ABSTRACT

Some bacteria including lactic acid bacteria (LAB) family synthesize antimicrobial agents whose property is to inhibit the growth of other competitive species that would occupy and grow in the same environment. One of the best known of these substances is bacteriocins. Especially, occurrence of bacteriocin-producing bacteria in food is quite common. Until now, it has not been easy to formulate a general and coherent classification models that encompasses all of the existing bacteriocins. In this review, in addition to classical classification models for Gram-positive bacteriocins in the literature, new classification schemes generated by structure-based sequence fingerprint was mentioned. Information on bacteriocins, which are promising anti-infective agents and used in food preservation, food safety or for improving new drugs for medical use, has been developing day by day as a result of the current models put forward by the classification methods. Establishment of sufficient and consistent classification model for classification is very important for researchers especially working in the field of bacteriocins.

**Key Words:** Bacteriocin, Classification, Structure-based sequence fingerprint, Bactibase

## GİRİŞ

Günümüzde, tüketici talebine bağlı olarak yeni gıdalar geliştirilmektedir. Bu gıdaların birçoğunda fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin geliştirilmesi ve muhafaza sürelerinin (raf ömrü) uzatılması amacıyla FDA (Food and Drug Administration-Gıda ve İlaç Dairesi) tarafından onaylı çeşitli koruyucu katkı maddeleri kullanılmaktadır. Birçoğu doğal olmayan kimyasal madde kökenli bu koruyucuların insanlarda astım, damar problemleri gibi hastalıklara sebep olabileceği bilinmektedir [1]. Teknolojik ve ekonomik olarak gelişmiş olan ülkelerde belirtilen bu sağlık problemlerine sıkça rastlanması ise başta beslenme alışkanlıkları olmak üzere doğallıktan uzaklaşılmasını göstermektedir. Bu durum daha doğal yapıya sahip antimikrobiyal maddelere ve üretim teknolojisi gereği kullanılan doğal gıda katkı maddelerine olan talebi arttırmaktadır [1]. Bu nedenle araştırmacılar katkı maddeleri WHO (Dünya Sağlık Örgütü) tarafından sağlıklı olduğu belirlenen gıdalara yönelmişlerdir. Son yıllarda ise kimyasal gıda katkı maddelerine alternatif olarak bakteriyosinler gibi doğal koruyucular tercih edilmeye başlanmıştır.

Bakteriyosinlerin memeliler üzerinde herhangi bir yan etkisinin bulunmadığı kanıtlanmıştır. Aynı zamanda bu maddeler GRAS (Genel olarak güvenli kabul edilir) olarak kabul edilmişlerdir [2]. Bakteriyosinlerin gıdalarda antimikrobiyal aktivite sergilemelerinin yanı sıra doğal olmaları, renksiz, tatsız ve kokusuz olmaları ürün özellikleri açısından oldukça önemlidir. Protein yapılarında olmaları ise pankreas kaynaklı proteolitik enzimlerden ve mide salgılarından etkilenebildiklerini ve insan vücudunda sindirilebileceklerini göstermektedir. Ayrıca bazı bakteriyosinlerin ısı stabilitelerinin olması yüksek sıcaklıkta işlem gören birçok gıda maddesinde kullanılabilirliğini sağlamaktadır [3]. Hatta bazı bakteriyosinler otoklav sıcaklığında bile stabil kalabilmektedir. Dolayısıyla bakteriyosinlerin et ve süt ürünleri başta olmak üzere birçok gıdada kullanımı mümkün olmaktadır. Bakteriyosinler gıda maddesine doğrudan katılabilirler gibi bakteriyosin sentezleyen koruyucu kültürlerin gıdaya inokulasyonu veya gıdanın koruyucu ambalaj materyaliyle birlikte de kullanılabilirlerdir.

Bakteriyosinlerin gıdaların raf ömrünü uzatmak amacı ile kullanılmaları her ne kadar önemli bir umut ışığı olsa da bu tür yapıların tam olarak uygulamaya konulmadan önce karakterize edilmesi gerekmektedir. Fiziksel ve kimyasal özelliklerinin, etki mekanizmasının ve bakteriyosin üretimini kontrol eden genlerin detaylı bir şekilde tanımlanması, hücre dışına salgılanan bakteriyosinin yeterli miktarda elde edilmesi ve gıdalarda kontaminasyona sebep olan ve istenmeyen bakterilere karşı antagonistik etkilerine bakılması şarttır. Böylece gıdalarda kullanımı onaylan nisin ve pediyosin başta olma üzere, saflaştırılarak karakterize edilen bakteriyosin gıdaların korunmasında ve raf ömrünün uzatılmasında biyolojik kontrol olarak ekonomik bir şekilde kullanılabilir. Literatür bilgilerine bakıldığında birçok bakteriyosin tanımlanmış olup gen kodlayıcı ve düzenleyici dizileriyle birlikte birincil, ikincil ve üçüncül

yapıları belirlenmiştir. Böylelikle bakteriyosinlerin yapısal ve fonksiyonel nitelikleriyle ilgili bir avantaj elde edilmektedir. Bu derleme çalışmasında günümüze kadar tanımlanan ve çeşitli Gram-pozitif bakteriler tarafından üretilen bakteriyosinlerin güncel sınıflandırılmaları hakkında bilgi verilmiştir.

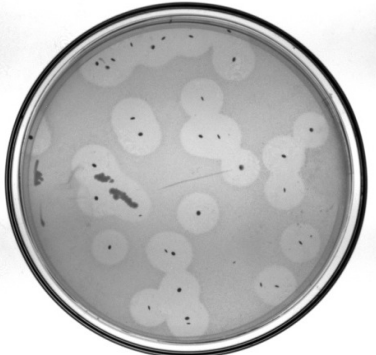
## BAKTERİYOSİNLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Tüm organizmalar doğal bağışıklık sisteminin bir parçası olarak antimikrobiyal peptidler üretmektedirler. Pasteur ve Joubert 1877 yılında yaptıkları bazı çalışmalar neticesinde bakteriler arasında antagonistik etkileşimi göstermişlerdir [4]. Bu etkileşimin bir kimyasal maddeden kaynaklandığı ilk olarak 1925 yılında Andre Gratia tarafından rapor edilmiştir. "Principle V" olarak adlandırılan ve *Escherichia coli*'nin bir suşu tarafından üretilen bu madde *E. coli*'nin diğer suşlarına karşı etkili bulunmuştur [5]. Kolisin terimi ilk kez 1946'da Gratia ve Fredericq tarafından kullanılmıştır [6]. İlerleyen zamanlarda *E. coli* ve Enterobacteriaceae familyasının yakın türleri tarafından üretilen birçok kolisin keşfedilmiştir. Bakteriyosin terimi ise ilk kez 1953 yılında kullanılmış ve Gram-pozitif bakteriler tarafından üretilen, küçük moleküler ağırlıklı, antimikrobiyal etkiye sahip peptidler olarak tanımlanmıştır [7]. Günümüzde kabul gören bilimsel tanımıyla bakteriyosin; "dar antimikrobiyal etki spektrumuna sahip olan, üretici suşun bazı özel bağışıklık mekanizmaları ile ilişkili olup hücre dışına salınan, birincil ve gelişmiş protein yapısındaki bakteriyel ribozomal sentez ürünleri" dir [8]. Mikrobiyal dünyada bakteriyosin olarak tanımlanan antimikrobiyal peptidler bakterilerin savunma sisteminin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Geleneksel antibiyotiklerse bazı bakteriler tarafından üretilmekte fakat antimikrobiyal bileşenler olarak bakteriyosinlerden farklı kabul edilmektedirler. Bakteriyosin olarak nitelendirilmenin en önemli kriteri; antibiyotiklerin multi enzim kompleksleri tarafından bakteriyosinlerin ise ribozomal olarak sentezlenmeleridir. Birçok bakteriyosin geleneksel antibiyotiklerle karşılaştırıldığında dar bir inhibisyon spektrumuna sahiptir. Bununla beraber antibiyotikler yan etkilerle sahip olabilir fakat bakteriyosinler tatsız, kokusuz ve renksiz olup toksik değildirler. Bakteriyosinleri antibiyotiklerden ayıran diğer önemli bir özellik ise duyarlı bakterilere karşı olan etki güçleridir. Bakteriyosinler nanomolar seviyede bile etkin olabildiklerinden benzersizdirler. Antibiyotiklerin ise etkilerini gösterebilmeleri için yüksek konsantrasyonlara ihtiyaç duyulmaktadır [2].

Bakteriyosinler Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteriler tarafından üretilmektedirler. Bundan dolayı bakteriyosinleri Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteriyosinler olarak ayırmak oldukça anlamlıdır. Fakat Gram-pozitif bakterilerin birçok ticari üründe doğal olarak bulunmaları (örneğin laktik asit bakterileri) ve insan kullanımı için GRAS kabul edilmeleri, bu grup bakteriler tarafından üretilen bakteriyosinlere olan ilgiyi arttırmıştır [2]. Bu kısa derleme çalışmasında da Gram-pozitif bakteriler tarafından üretilen bakteriyosinler üzerinde durulmuştur. Bu gruba dahil en büyük grubu laktik asit bakterileri (LAB) oluşturmaktadır. Laktik asit bakterileri suşları tarafından üretilen bakteriyosinler gıda

bozulmalarına ve gıda kökenli hastalıklara sebep olan pek çok Gram-pozitif bakteriye karşı antimikrobiyal etki spektrumuna sahiptir ve bu nedenle "biyokoruyucu-bioprezervatif" olarak tanımlanmaktadır [9]. Bu spektrum, bakteriyosin üreticisine yakın fakat farklı cinslere ve türlere ait bakterileri içerebilmektedir. Laktik asit bakteri suşları tarafından üretilen bakteriyosinler değişen sayıda ve çeşitte aminoasitlerden oluşan katyonik peptidlerdir. Genellikle Gram-pozitif bakterilere karşı antimikrobiyal etki gösteren bu peptidler, genel olarak yüksek sıcaklık ve geniş pH aralığına karşı dirençlidirler. Protein yapısında olup etkileri proteolitik enzimler tarafından kaybedilmektedir. Üretici hücreler genetik olarak (immünite geninden dolayı), kendi ürettiği bakteriyosinlere karşı bağışıklık kazanmışlardır. Gram-pozitif bakteri hücreleri bir bakteriyosine duyarlı iken bir başka bakteriyosine karşı dirençli olabilmektedir [10]. Şekil 1'de bakteriyosin üreticisi kolonilerin bir gıda patojeni olan *Listeria monocytogenes*'e karşı inhibisyon etkisi gösterilmiştir [11].

Bakteriyosinlerin muhtemel etki mekanizması hücre zarını hedef alan ve spesifik bağlanma bölgesi gerektiren inhibisyon etkisidir. Grup IIa bakteriyosinlerinin etki mekanizmaları ilerleyen bölümlerde detaylandırılmıştır. Buna ilaveten bakteriyosinlerde görülen diğer bir etki mekanizması direkt olarak proton itici kuvvet (PMF) üzerine etkili olan inhibisyonudur. Çalışmalar bu inhibisyon şeklinin hücre zarındaki elektrolitik dengenin bozulmasıyla oluşan inhibisyon şekline farklı olmadığını belirtmesine karşın bazı bilim adamları bu inhibisyon mekanizmasının sadece PMF bölgelerinde etkili olduğunu ve farklı bir mekanizma gerektirdiğini desteklemektedirler [12]. Özellikle yüksek molekül ağırlığına sahip bazı bakteriyosinlerde zar üzerinde iyon kanalları oluşturulması suretiyle inhibitör etki gerçekleştirilmektedir. Henüz kanıtlanmamış bir etki mekanizması ise bakteriyosinin hücre içerisine girerek RNA sentezini durdurmasıdır [13]. Düşük miktarda kullanılan nisin ise lipit II molekülleri ile etkileşime geçerek por oluşumuna neden olmaktadır [14].



Şekil 1. *Listeria monocytogenes*'e karşı bakteriyosin üreten kolonilerin petri görüntüsü [11]

Bakteriyosinler ribozomal olarak sentezlenen öncül peptidlerin translasyon sonrası modifikasyonları ile

sonuçlanan ve genellikle gelişme fazında üretilen birincil metabolitlerdir. Sentezlenen öncül peptidler antimikrobiyal aktiviteye sahip değildir. Salınım öncesi proteolitik kesime uğramakta ve aktif bakteriyosin molekülü oluşmaktadır [2]. Örneğin; Pedyosin Ach/PA-1 üretimi ve salınımı için 3.5 kb'lık DNA üzerine lokalize olmuş dört adet gene (pedA, pedB, pedC, pedD) ihtiyaç duyulmaktadır: (i) prebakteriyosini kodlayan yapısal bakteriyosin geni, (ii) üretici suşu kendi ürettiği bakteriyosinden koruyan immünite proteinlerini kodlayan immünite geni, (iii) salınım için ABC taşıyıcısı kodlayan gen ve (iv) bilinmeyen fonksiyonları gerçekleştiren ve tamamlayıcı proteinleri kodlayan gendir [15]. Belirtilen genler tek bir operona lokalize olmuştur. Translasyon neticesinde öncelikli olarak 66 aminoasitten oluşan biyolojik olarak inaktif peptid sentezlenmekte ardından post translasyonel modifikasyonlar neticesinde N terminal ucundaki 18 aminoasitlik lider fragment uzaklaştırılmakta ve 44 aminoasitten oluşan ve biyolojik olarak aktif peptid oluşmaktadır [15]. 34 aminoasitten oluşan Nisin A'da ise benzer şekilde NisA/Z/Q/BTCIPRFEG gen kümesi; öncül nisin proteinin sentezini, translasyon sonrası modifikasyonunu, immünite özelliğini, transkripsiyonel regülasyonunu, peptid transferini ve diğer proteinlerin işlenmesini gerçekleştiren proteinleri kodlamaktadır [16].

Uygun olan bakteriyosinin veya bakteriyosin üreten LAB suşlarının gıdalara eklenmesi hem raf ömrünü uzatmakta hem de sağlıklı kabul edilmektedir [17]. Bu amaç doğrultusunda koruyucu kültür olarak LAB suşlarına ilaveten kullanılan bakteriyosinler içerisinde sıklıkla kullanılan "nisin" bakteriyosinidir. Nisinin Applin-Barret firması tarafından üretilerek Nisaplin ticari adıyla piyasada bulunan preparatları mevcuttur [18,19]. Birleşmiş milletlere bağlı FAO ve WHO nisinin koruyucu katkı maddesi olarak kullanımına ilk kez 1969 yılında izin vermiştir [20]. Bakteriyosin preparatlarının raf ömrü uzatıcısı olarak kullanımına ise ilk olarak krem peynirlerinde izin verilmiştir. Birleşik Devletler Gıda ve İlaç Dairesi (US FDA) yetişkinler için günlük kabul edilebilir nisin miktarını 2,9 mg olarak belirlemiştir. Bununla birlikte günümüzde *Pediococcus* türlerini içeren bakteriyosin üreticisi LAB suşlarının saf kültürleri yaygın olarak bilinen gıda patojenlerine ve gıda bozulmalarına neden olan bakterilere karşı koruyucu kültürler olarak marketlerde yerini almıştır [21]. Son zamanlarda, *Pediococcus acidilactici* tarafından üretilen pediyosin isimli bakteriyosini içeren formülasyonlardan biri, Alta 2341® ticari ismiyle marketlerde tüketicinin kullanımına sunulmuştur. Danisco, *Ped. acidilactici* kültürünün dondurularak kurutulmuş halini formüle etmiş ve CHOOZITM ticari ismi ile pazarlamıştır. Flav43 ise özellikle çedar ve yarı katı peynirlerde sert ve tatlı lezzet oluşumunu arttıran ve hızlandıran ek madde olarak kullanılmaktadır [21].

## BAKTERİYOSİNLERİN GÜNCEL SINIFLANDIRILMALARI

Ribozomal olarak sentezlenen antimikrobiyal peptidlerin sınıflandırılması üretildiği organizma, moleküler büyüklük, fiziksel özellik, kimyasal yapı ve etki mekanizması gibi çeşitli kriterlere göre



gerçekleştirilmektedir. LAB suşları tarafından üretilen bakteriyosinlerin de içinde bulunduğu Gram-pozitif bakteriyosinler, ilk sınıflandırılma girişimleri neticesinde sıcaklık hassasiyetleri, konakçı özgüllüğü, tripsin duyarlılığı, çeşitli bakteriyosinler arasındaki çapraz aktivite, konakçı kombinasyonları gibi çeşitli faktörler göz önüne alınarak sekiz grup altında toplanmışlardır [22,23]. Bu yaklaşım Klaenhammer (1993) tarafından tekrar değerlendirilmiş ve Gram-pozitif bakteriler tarafından üretilen bakteriyosinler temelde lantibiyotikler (Grup I bakteriyosinler), modifiye olmamış ısı stabil membran aktif bakteriyosinler (Grup II bakteriyosinler), ısı kararsız bakteriyosinler (Grup III bakteriyosinler) ve lipid ve karbonhidrat içeren kompleks bakteriyosinler (Grup IV bakteriyosinler) olmak üzere dört gruba ayrılmıştır [24]. Son zamanlarda bu temel sınıflandırma düzenlemesi araştırmacılar arasında tartışma konusu olmuş, Grup III bakteriyosinlerin hücre duvarı parçalanmasına neden olan enzimatik proteinler içermesinden dolayı sınıflandırmadan çıkartılması ve bu grup antimikrobiyal maddelerin bakteriyolizin olarak adlandırılması önerilmiştir [25]. Halkasal bakteriyosinler ise Grup IV bakteriyosinlere dahil edilmiştir. Bazı nötral ve anyonik peptidler de tanımlanmış olup lantibiyotikler içerisinde gruplandırılmışlardır [2]. Grup I ve II içerisinde de farklı alt gruplar oluşturulmuştur. Fakat son zamanlarda özellikle aminoasit dizi homolojisi, bakteriyosin transport sistemi gibi yapısal özellikler ile birlikte etki mekanizmalarını içeren yeni bilgiler mevcut gruplardaki değişimleri ve yeni alt grupların eklenme tartışmalarını arttırmıştır. Bakteriyosinlerin sınıflandırılması halen tartışmalı olsa da bu derlemede son olarak güncellenmiş sınıflandırma gruplarından bahsedilmiştir [26]. Bu güncel sınıflandırmaya ilaveten Grup IV olarak bilinen ve lipid veya karbonhidrat yan grupları içeren kompleks bakteriyosinlerde mevcuttur. Bu gruba giren bakteriyosinlerin etkili olabilmeleri için peptid yapı haricinde belirtilen yan grupları taşımaları gerekmektedir. Genellikle hidrofobik olan bu grup üyeleri ısıya dayanıklıdır [27].

### Grup I Bakteriyosinler (Post-translasyonel Olarak Modifikasyona Uğrayan Bakteriyosinler)

Post-translasyonel olarak modifiye aminoasit içeren bakteriyosinler genel olarak lantibiyotik başlığı altında toplanmaktadır. Bununla beraber günümüzde ilave post-translasyonel modifiye bakteriyosinlerin tanımlanması farklı bir gruplandırma sisteminin oluşmasına neden olmuştur ki bu durum Grup I bakteriyosinleri gruplandırmak için ortak bir platform oluşturulmasını zorlaştırmaktadır. Son yıllarda elde edilen bilgiler dahilinde Grup I bakteriyosinler; lantibiyotikler, labirintopeptinler, saktibiyotikler olmak üzere üç grupta değerlendirilmiştir [26].

#### GRUP Ia-Lantibiyotikler

Yapılarında bilinen aminoasitlerden farklı olarak lantionin (Lan) ve beta metil lantionin (MeLan) aminoasit türevlerini içermeleri nedeniyle lantibiyotikler olarak adlandırılmaktadırlar. Bununla birlikte; bu grup bakteriyosinlerin yapılarında biyokimyasal özelliklerini etkileyen dehidro-alanin ve dehidro-bütirin de

bulunmaktadır [28]. Lantibiyotikler ile ilgili olarak yapılan son çalışmalar biyosentez ve regülasyon mekanizması, etki mekanizması ve yapısı gibi konular üzerine odaklanmıştır. Bu grup bakteriyosinler 19-28 aminoasit uzunluğunda olup moleküler ağırlıkları 1.9 ile 4.6 kDa arasında değişmektedir [29]. Lantibiyotik grubu modifiye olmamış öncül peptidin aminoasit dizisi, aktif peptidin salgılanması ve optimum aktivite için gerekli olan peptid sayısı göz önüne alındığında tip A ve tip B olmak üzere iki alt gruba ayrılmıştır [25,30,31]. A alt grubu bakteriyosinler net pozitif yüke sahip ve hidrofobik polipeptid yapısındadırlar. Bu gruba ait üyeler hedef hücreyi zarlarında porlar oluşturmak suretiyle elektrolitik dengeyi bozarak etkilemektedir. Tip A lantibiyotikler kendi içinde AI ve AII olmak üzere iki gruba ayrılmakta ve bu ayırım modifikasyon enzimlerinin ve biyosentezik yolun farklılığına göre gerçekleşmektedir [32]. Tip B lantibiyotikler ise yüksüz veya negatif yüke sahip olup globüler peptid yapısındadırlar. Spesifik enzimleri inhibe ederek antimikrobiyal aktivite göstermektedirler [28]. Tip A lantibiyotiklere örnek olarak en sık çalışılan ve birçok ülkede gıdalarda koruyucu madde olarak kullanımına izin verilen Nisin verilebilir [2]. Bir aminoasit rezidüsü farkla oluşan iki nisin varyantı (nisin A ve nisin Z) *Lactococcus lactis* bakterisinden, Nisin U olarak adlandırılan diğer bir varyantı ise *Streptococcus uberis*'ten elde edilmiş olup Nisin A ile % 78 oranında benzer bulunmuştur [33]. *Streptococcus salivarius* tarafından üretilen salivarisin A ise bu türe ait karakterize edilen ilk bakteriyosindir [34]. Mutasin I, II ve III *St. salivarius* suşları tarafından üretilen ve yapı olarak laktisin 481'e benzeyen tip A grubu lantibiyotiklerdir [35]. Bu gruba giren diğer bir bakteriyosin olan masedosin ise peynirden izole edilen ve yeni bir tür olarak tanımlanan *St. macedonicus* suşu tarafından üretilmektedir [36]. Bununla beraber *Staphylococcus epidermidis* tarafından üretilen pep5 ve epidermin ile *S. gallinarum* tarafından üretilen gallidermin de bu gruba dahildirler [37,38]. Diploksoxin, mutasin A ve duramisin gibi bakteriyosinlerde bu grupta yer almaktadırlar [29,39].

#### GRUP Ib-Labirintopeptinler

Yapılarında bilinen aminoasitlerden farklı olarak modifiye labionin aminoasitini içermekte olup ilk örneği *Actinomadura namibiensis* DSM 6313 tarafından üretilmektedir. İki labionin Labyrinthopeptinde lokalizedir ve sorumlu propeptidin Ser-Xxx-Xxx-Ser-Xxx-Xxx-Xxx-Cys motifinden türemiştir. Bu modifikasyonun iki fonksiyona sahip bir protein olan LabKC tarafından katalize edildiği düşünülmektedir. Bu fonksiyonlardan birincisi; N terminal bölgesindeki serin/treonin kinaz fonksiyonu, ikincisi ise C terminal bölgesindeki lantionin siklaz fonksiyonudur. Buna ilaveten, önemli olan bir diğer nokta ise Labyrinthopeptinlerin bu sıra dışı yapıyı içermesinin sonucu olarak *Herpes simplex* virüsüne karşı aktif olmasıdır. Nöropatik tedavi uygulamalarında potansiyel bir ajan olarak dikkat çekmektedir [26,40].

#### GRUP Ic-Saktibiyotikler

Subtilosin A ve turisin CD'nin dahil edildiği bir gruptur. Subtilosin A *Bacillus subtilis* tarafından üretilen siklik bir bakteriyosin olmasına rağmen üç sistein rezidüsünün

sülfürü ile iki fenilalaninin ve bir treoninin alfa karbonu arasındaki çapraz bağları içeren post-translasyonel modifikasyonu içermesinden dolayı bu gruba dahil edilmiştir [41, 42, 43]. İki peptid bakteriyosin olarak bilinen ve *Bacillus thuringiensis* 6431 tarafından üretilen thurisin CD ise sisteinler arasında alfa karbon köprüleri içermektedir [26].

## Grup II Bakteriyosinler (Modifiye Olmamış Bakteriyosinler)

Grup II bakteriyosinler ribozomal olarak sentezlenen antimikrobiyal peptidlerin büyük bir kısmını oluşturan, küçük, ısıya dayanıklı ve lantionin gibi modifiye aminoasitleri içermeyen bakteriyosinleri kapsamaktadır. Genel olarak Grup II bakteriyosinler post-translasyonel modifikasyona uğramadıkları ve normal olarak sadece gerekli bakteriyosini, immunitiyi ve transportu kodlayan genlere sahip oldukları için yapısal olarak lantibiyotiklerden daha basittir. Bununla beraber, lantibiyotiklerde olduğu gibi Grup II bakteriyosinini kodlayan genler plazmid ya da hareket edebilen genetik elementler üzerinde bulunabilmektedirler. Bu grup bakteriyosinler son yapılan sınıflandırma çalışmalarında 4 alt gruba ayrılmaktadır. Grup IIa; pediyosin benzeri güçlü anti-*Listeria* (pediyosin PA-1 gibi) bakteriyosinleri, Grup IIb; iki peptid bakteriyosinleri (plantarisin EF gibi), Grup IIc; halkasal bakteriyosinleri (laktokoksin A gibi), Grup II'd ise diğer gruplara dahil olmayan lineer bakteriyosinleri içermektedir [26].

### Grup IIa-Pediyosin Benzeri Bakteriyosinler

Grup II bakteriyosinlerinin en büyük grubu olan Grup IIa bakteriyosinleri, *Listeria* inhibisyonuna neden olan pediyosin benzeri bakteriyosinler olarak tanımlanmaktadır [44,45]. Farklı aminoasit içeriklerine sahip, yaklaşık 10 kDa ağırlığında, yüksek sıcaklık ve ekstrem pH'lara dayanıklı olan bir bakteriyosin grubudur. Birçok LAB suşları tarafından üretilmekte olup farklı tür ve suşlarda yaklaşık 30 pediyosin benzeri bakteriyosin tanımlanmıştır [46]. Bu gruba ait ilk tanımlanan ve karakterize edilen bakteriyosinler arasında pediyosin PA-1, enterosin A, lökosin A-UAL 187, mesenterisin Y105, sakasin P ve kurvasin A bulunmaktadır [35,47-52]. Bu grubun üyeleri % 40'dan fazla benzer aminoasit dizi homolojisine sahip olup korunmuş bir amino terminal dizisi (Tyr-Gly-Asn-Gly-Val-Xaa-Cys) ve amino terminal ucunda sistein disülfid köprüsü içermelerinden dolayı diğer gruplardan ayrılmaktadırlar. Pozitif yüklü rezidüeller hidrofilik N terminal bölgede yerleşmişlerdir. C terminal bölgesi ise hedef hücre spesifikliğin belirlenmesinde önemlidir [45]. Pediyosin Ach/PA-1 saflaştırılmış ve peptidin primer yapısı Edman degradasyonu ve yapısal genin dizi analizi neticesinde belirlenmiştir [53]. Aminoasit dizileri karşılaştırıldığında aynı olduğu açığa çıkan Pediyosin Ach ve pediyosin PA-1'in aktif molekül 4 tane sistein ünitesi içermektedir. Bunlardan 9. ve 14. sistein arasında 1. disülfid bağı, 24. ve 44. sistein arasında ise 2. disülfid bağı bulunmaktadır. Disülfid bağları oluşan bu konformasyon sonucunda bakteriyosinin -20°C ile 100°C arasında stabil kalmasını sağlamaktadır [54].

Antimikrobiyal etki spektrumu açısından değerlendirildiğinde oldukça dar bir spektruma sahip olan bakteriyosinler duyarlı mikroorganizmalar üzerinde farklı etki mekanizmalarına sahiptirler [45,55]. Anti-*Listeria* özellikleriyle bilinen ve Gram-pozitif bakterilere karşı bakteriosidal etki gösteren pediyosin benzeri bakteriyosinlerin muhtemel etki mekanizması hücre zarını hedef alan ve spesifik bağlanma bölgesi gerektiren inhibisyon etkisidir. Grup IIa bakteriyosinlerinin sahip olduğu YGNGV aminoasit dizisi sadece bu diziyi tanıyan spesifik bir zar reseptörüne bağlanmaktadır [56]. Bu bakteriyosin-reseptör etkileşiminin doğası henüz tam olarak anlaşılabilmiş olmamasına rağmen, mptC ve/veya mptD zar bağlanma proteinlerinin bu etkileşimle ilişkili olduğu söylenmektedir [57]. Grup IIa bakteriyosinlerin mutantları ve analogları ile yapılan çalışmalarda yapı-fonksiyon ilişkisi ve peptid-reseptör kompleks oluşumları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar tüm dizinin ve üç boyutlu yapının interaksiyonlarda oldukça önemli olduğunu göstermiştir. Üç boyutlu yapı özellikle hücre zarında spesifik bölgelere bağlanarak etkili olan bakteriyosinler için son derece önemli olmaktadır. Reseptöre bağlanma neticesinde hücre duvarında oluşan üç boyutlu konformasyonel değişimle bakteriyosin molekülleri duvardan geçebilir hale gelmektedir. Bakteriyosin molekülleri hücre duvarından geçip sitoplazmik zarla temas ettikten sonra sitoplazmik zarın fonksiyonunu bozmaktadırlar. Bakteriyosinler katyonik moleküller oldukları için sitoplazmik zar üzerinde etkili olmalarında sahip oldukları hidrofobik kısımlar oldukça önemli rol oynamaktadır. Duyarlı hücre zarında bulunan negatif yüklü fosfat gruplarının etkisiyle ortaya çıkan elektrostatik etkileşim sonucu bakteriyosin hücre zarına tutunmaktadır [28]. Böylece hidrofobik kısım zar yapısının içine girerek gözenek oluşumuna yol açmaktadır. Sonuç olarak zar geçirgenliği değişmekte, zar transport mekanizması bozulmakta ve PMF dağılmaktadır ki bu durum hücre lizisi ile sonuçlanmaktadır. Bütün bunlar enerji üretiminin engellenmesine ve protein, nükleik asit gibi temel moleküllerin biyosentezlerinin durmasına yol açmaktadır. Dirençli Gram-pozitif hücrelerde bu değişim ya oluşmamakta ya da immunitiyi proteinleri pediyosinlerin sitoplazmik zarla olan etkileşimine karışmaktadır [55].

### Grup IIb-İki Peptidli Bakteriyosinler

Lantibiyotiklerde olduğu gibi Grup II bakteriyosinlerinde de birçok iki peptidli bakteriyosin tanımlanmıştır. İki peptidli bakteriyosinin tanımlanabilmesi için üç temel kriterin sağlanması gerekmektedir. Bunlardan birincisi; iki peptid bir araya geldiğinde maksimum aktivite göstermeli fakat tek başlarına aktivite sergilememelidir. Genellikle peptidin biri sadece diğeri ile tamamlayıcı olduğunda aktivite sergilerken, enterosin 1071, laktokoksin G ve laktokoksin Q bakteriyosinlerinde iki farklı peptid birbirinden bağımsız aktivite sergilemekte, bir araya geldiklerinde ise bu aktivite artmaktadır. Bu gruba giren bakteriyosinlerde bir immunitiyi proteini yeterli olup iki peptidli bakteriyosin sisteminin genetik organizasyonunda tek immunitiyi genini takiben birbirini izleyen iki bakteriyosin yapısal genlerinin bir arada

bulunması gerekmektedir [2]. ABC taşıyıcıyı kodlayan genin lokasyonunda bitişik ya da aynı yerde lokalize olabilir [58]. Günümüze kadar 16 adet iki peptidli modifiye olmamış bakteriyosin tanımlanmıştır [46]. Sadece *Brochothrix campestris* tarafından üretilen iki peptidli bakteriyosin hariç, diğer iki peptidli bakteriyosinlerin çoğu LAB orijindir. Laktokoksin G ise ilk karakterize edilen iki peptidli bakteriyosindir [26]. İki peptidli bakteriyosinlerin aminoasit dizisi ve yapısı değişkenlik gösterirken GxxxG motifi her iki peptidde de korunmuş dizilerdir. Enterosin 2071A laktokoksin Gα ile % 64 benzer iken Enterosin 2071B ile laktokoksin Gα arasındaki aminoasit dizi benzerliği % 61 olarak bulunmuştur. İki peptidli bakteriyosinlerin üç boyutlu yapıları incelendiğinde Grup IIa ve Grup IIc tek peptidli bakteriyosinler ile benzer oldukları belirlenmiştir. Bundan dolayı gelecekte gerçekleştirilecek detaylı üç boyutlu yapısal tayin çalışmalarının, yapı-temelli bakteriyosin sınıflandırma modeli kapsamında yeni bir sınıflandırma alanı oluşturabileceği düşünülmektedir [26]. Etki mekanizmaları hakkında yapılan çok az sayıda çalışma hedef hücre zarı geçirgenliğinin bozulmasını takiben hücre ölümüne neden olduklarını göstermektedir. Fonksiyonları bakımından Grup IIa ve Grup IIc ile benzerlik sergilemektedirler [26].

### Grup IIc-Halkasal Bakteriyosinler

Bu gruba giren bakteriyosinler diğer bakteriyosinlerde olduğu gibi ribozomal olarak sentezlenmekte ve bu özelliklerinden dolayı gramisidin-S ve mikosubtilin gibi enzimatik olarak sentezlenen siklik antimikrobiyal peptidlerden kesin olarak ayrılmaktadırlar [59]. Lineer bakteriyosinlere göre daha yüksek bir stabiliteye sahiptirler. Etki mekanizmaları ise diğer bakteriyosinler ile benzerdir [26]. Grup IIc bakteriyosinleri, N terminal ve C terminal uçlarının halkasal yapıyı oluşturmak üzere kovalent bağ oluşturan bakteriyosinlerdir. NMR ve X-ray kırınım çalışmaları karnosiklin A ve *Enterococcus faecalis* tarafından üretilen AS-48 bakteriyosinlerinin bu gruba dahil olduğunu ve düzenli olarak tekrar eden alfa helikal motifler içerdiğini göstermektedir [42,43,60,61]. Bu peptidler genellikle ısıya dayanıklı olup, proteolitik kesimlere önemli derecede dirençlidirler ve anti-*listerial* aktiviteye sahiptirler. Bu grup bakteriyosinler Cotter ve ark.ları (2005) tarafından Grup IIc olarak tanımlanmış olsalar da Kemperman ve ark.ları (2003) bu tarz özellik sergileyen bakteriyosinleri ayrı bir grup olarak değerlendirmişlerdir [25, 62]. Bugüne kadar sekiz adet halkasal bakteriyosin tanımlanmıştır. Bunlardan altı tanesi LAB orijindir (gasserisin A, reuterisin 6, enterosin AS-48, enterosin 4, karnosiklin A, laktosiklin Q). Diğer iki tanesi ise *Clostridium beijerinckii* tarafından üretilen siruların A ve *Butyrivibrio fibrisolvens* tarafından üretilen butirivibriosin AR10'dur [25, 26, 43].

### Grup IIc-Diğerlerinden Farklı Bulunan Bakteriyosinler

Bu alt gruba ait bakteriyosinler; modifiye olmamış ve diğer alt gruplara dahil olmayan lineer bakteriyosinlerdir [25, 46]. Grup IIc bakteriyosinleri çeşitli ekolojik nişlerden izole edilen geniş çeşitlilikteki antimikrobiyal peptidleri içermektedir. Laktokoksin A bu grup içerisinde

ilk izole edilen bakteriyosin olup diğer bakteriyosinler gibi homolog bir diziye sahip değildir [46]. *Propionibacterium* sp. türleri tarafından üretilen bakteriyosinlerin çoğunluğu da bu gruba girmektedir [31].

### Grup III Bakteriyosinler (Bakteriyolizinler)

İsı dayanıklılığı olmayan büyük moleküler ağırlıklı antimikrobiyal peptidlerdir. *Lactobacillus helveticus* tarafından üretilen helvetisin J, *St. zooepidermicus* tarafından üretilen zoosin A, *Ent. faecalis* tarafından üretilen enterolisin A, *St. milleri* tarafından üretilen millerisin B, *Brevibacterium linens* tarafından üretilen linozin M18 bu gruba dahil bakteriyosinlerdir [62-67]. Laktik asit bakteri suşları tarafından üretilmeyen lizostafin de bu kategoriye giren ve oldukça iyi tanımlanmış bir bakteriyosindir.

### BAKTERİYOSİNLERİN YENİ YAPI-TEMELLİ SINIFLANDIRILMALARI

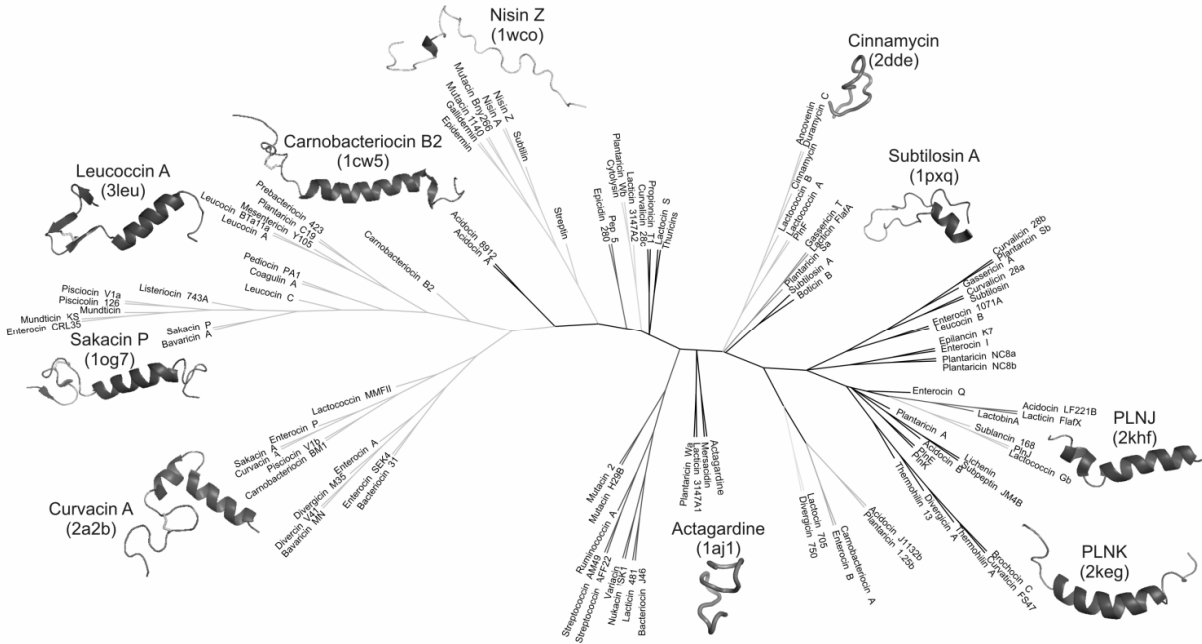
Bakteriyosin gruplarının çoğunluğu sınıflandırmada farklı kriterler dikkate alınarak oluşturulmuştur. Bu yaklaşımlar aynı bakteriyosinin birden fazla grupta farklı bir isimle bulunmasına neden olmuştur. Örneğin, bazı araştırmacılar karnobakteriyosin BM1'i piskikosin V1b ile, piskikolin 126'yı piskikosin V1a ile, kurvasin A'yı ise sakasin A ile benzer bulmuştur [68]. Bununla beraber geçerli olan sınıflandırma modellerinde bazı bakteriyosinler birden fazla gruba dahil edilmiştir. Örneğin, Lökosin A Grup IIa ve IIb, enterosin P Grup IIa, IIb ve IIc'de yer alabilmiştir [10,20, 69].

Günümüz teknolojisinde yukarıda belirtilen çelişkili sınıflandırma modelleri yapısal veriler ışığında revize edilmiş ve bakteriyosinler yeni yapı-temelli parmak izi dizi tanımlaması ile değerlendirilmiştir. Yapı-temelli yaklaşımda kullanılan aminoasit dizileri, konsensus motifleri gibi yapısal özellikler BACTIBASE veri bankasından temin edilmiş ve aminoasit dizi analizi aracı olarak SciDBMaker yazılımı kullanımıyla analiz edilmiştir [70,71]. 107 adet Gram-pozitif bakteriyosinin aminoasit dizi homolojisi ClustalW programı kullanılarak yapılmıştır. Düzenleme ise aminoasitlerin belirtilen gruplarının ([treonin ve serin-küçük nükleofil aminoasitler], [lizin, arjinin, histidin-bazik aminoasitler], [aspartik asit, asparajin, glutamik asit, glutamin-asidik aminoasitler] ve [lösin, izölösin, valin, metiyonin, alanin, glisin, prolin, fenilalanin, tirozin, triptofan-hidrofobik aminoasitler]) benzerliklerine göre yapılmıştır. 14 familya, 17 cins ve 43 tür tarafından üretilen 107 farklı bakteriyosindeki yapısal özellikleri karakterize etmek amacıyla aminoasit dizilerindeki benzerlik değerlendirilmiş ve Gram-pozitif bakteriyosinlere ait filogenetik bir ağaç oluşturulmuştur (Şekil 2). Önerilen yapısal sınıflandırmaya uygun olarak geliştirilen filogenetik ağaçta ortak olan gövdenin her dalı veya alt dalı korunmuş bir konsensus dizi motifi ile karakterize edilmekte ve bir grup veya alt grup oluşturmaktadır. Bilgisayar analizleri neticesinde her grubun bir motif konsensüs dizisi ile karakterize edildiği ve bugüne kadar bilinen fakat sınıflandırmalara dahil edilen

bakteriyosinlerin % 70'ini içeren 12 ayrı grup oluşturulmuştur [72].

Grup 1'e ait peptidlerin dizi uzunluğu 20-30 aminoasit rezidüsü arasında değişkenlik göstermektedir. Mutasin 2, laktisin 481, bakteriyosin J46, ruminokoksin A, varisin, laktisin 3147, mersasidin, aktargadin, plantarisin alfa, nukasin ISK1, mutasin H29B, streptokoksin AFF22 ve AM49 gibi 13 bakteriyosin bu grupta yer almaktadır. Bu grup, klasik sınıflandırma ile kıyaslandığında Grup I lantibiyotik tip A ve B'ye karşılık gelmektedir. Duramisin C, ankovenin ve sinnamisin gibi bakteriyosinleri içeren Grup 2 ise klasik sınıflandırma ile kıyaslandığında Grup I lantibiyotik B'ye dahil edilebilmektedir. Grup 3, 36-50 aminoasit rezidüsü arasında değişen diziyeye sahip olan

29 bakteriyosin içermektedir. Grup II'a'nın tüm üyeleri bu grupta sınıflandırılmıştır ve bir motif konsensus dizisi ile karakterize edilmişlerdir [72]. Bu grubun tüm üyeleri antilisterial aktiviteye sahiptir ve iki ana alt gruba ayrılmıştır. Altgrup 3a, laktokoksin MMFII, bakteriyosin 31, enterosin SEK4, divergisin M35, enterosin A, bavarisin MN, diversin V41, karnobakteriyosin BM1, piskikoksin V1b, enterosin P, kurvasin A ve sakasin A bakteriyosinlerini içermektedir. 10 farklı tür tarafından üretilen karnobakteriyosin B2, lökosin C, listeriosin 743A, bavarisin A, sakasin P, mundtisın, enterosin CR35, mundtisın KS, piskikolin 126, piskikoksin V1a, koagulin A, pedyosin PA1, mesenterisin Y105, lökosin A, lökosin B Talla, plantarisin C19 ve prebakteriyosin 423 ise Grup 3b şeması altında toplanmıştır.



Şekil 2. Gram-pozitif bakteriyosinlerin köklendirilmemiş filogenetik ağacı [73] (3 boyutlu yapılar <http://bactibase.pfba-lab-tun.org/main.php> adresinden temin edilmiştir. Alfa heliks ve beta döngüleri sırasıyla kırmızı ve mor renkle gösterilmiştir)

Tüm gruplandırmalarda aminoasit rezidülerindeki konsensus diziler dikkate alınmıştır. Grup 4'de 8 bakteriyosin bulunmakta olup tümü Grup I lantibiyotik tip A olarak sınıflandırılmıştır. Altgrup 4a, subtilin, nisin A, nisin Z; altgrup 4b ise streptin, epidermin, gallidermin, mutasin 1140, mutasin BNY 266 bakteriyosinlerini içermektedir. Pep 5 ve epdisin 280 Grup I lantibiyotik tip A grubuna dahil bakteriyosinler olup yapı-temelli sınıflandırma modelinde Grup 5'de yer almaktadırlar. Aynı sınıflandırmaya dahil edilen sitolizin, plantarisin W beta, laktisin 3147 A2 Grup 6'da; asidosin J 1132 beta ve plantarisin 1.25 beta Grup 7'de; karnobakteriyosin A ve enterosin B Grup 8'de; plantarisin S alfa, gasserisin T ve laktisin F ise Grup 9'da yer almıştır. Diğer sınıflandırılma şemalarında sınıflandırılmaya dahil edilemeyen ya da birden fazla grupta yer alabilen laktisin F lafX, asidosin LF 221B ve laktobin A Grup 10'a dahil edilmiştir. Grup 11'de laktosin 705 ve divergisin 750 yer alırken, laktokoksin G beta, sublansin 168 ve

PlnJ Grup 12'ye dahil edilmiştir. Bununla beraber, şekil 2 incelendiğinde bazı bakteriyosinlerin filogenetik açıdan diğer bakteriyosinlerden uzak olduğu gözlemlenmektedir. Bu durumun temel nedeni ise sınıflandırılmayan bakteriyosinler ile ilgili yapılan çalışmaların özellikle de aminoasit dizilerinin yetersiz olmasıdır [72].

Bu yaklaşım; bakteriyosinlerin % 70'den fazlası için ve aynı zamanda sınıflandırılmayan bakteriyosinler için ayrı sınıfların belirlenebilmesi açısından oldukça başarılı ve tutarlı bir sınıflandırma şeması ortaya koymuştur. Örneğin Larsen ve ark.ları (1993) tarafından benzer bulunan sakasin P, bavarisin A ile Kaiser ve Montville (1996) tarafından benzer bulunan diversin V41 ve bavarisin MN bu yaklaşım ile değerlendirildiğinde farklı bulunmuş ve ayrı sınıflandırma gruplarına yerleştirilmişlerdir [74,75]. Bununla beraber, sınıflandırma kriteri olarak yalnızca dizi yapısının

kullanıldığı yapı-temelli sınıflandırma modeli diğer bilim adamları tarafından fizikokimyasal özellikler, sisten rezidü sayısı, hedef organizma, post translasyonel modifikasyonlar, etki mekanizması gibi birçok kriterin kullanımı neticesinde oluşturulan gruplandırma sistemleri ile ters düşmektedir. Dikkat çeken nokta ise önerilen konsensus motif temelli oluşturulan bu sınıflandırma yönteminin, çalışılmış bakteriyosinlerin % 70'ini içeren güvenilir bir yöntem olması, yeni ve henüz sınıflandırılmaları dahil edilmeyen bakteriyosinlerin gruplandırılmasına imkan vermesidir [72]. Bu da yöntemin sunduğu oldukça önemli bir avantajdır.

## SONUÇ

Bakteriyosinlerin sınıflandırılma çalışmaları 25 yılı aşkın bir süredir modern araştırmalar neticesinde elde edilen yapısal ve moleküler bilgiler ışığında devam etmektedir. Günümüze kadar tanımlanmış mevcut tüm bakteriyosinler düşünüldüğünde, verimli bir sınıflandırma şeması formüle etmek oldukça zordur. Bakteriyosinlerin genel sınıflandırılmaları genellikle aminoasit dizilerine, biyokimyasal özelliklerine ve etki mekanizmalarına göre yapılmaktadır. Oluşturulan bazı sınıflandırma modelleri bir bakteriyosini birden fazla sınıfta gruplandırabilmekte ya da aynı bakteriyosini farklı gruplara dahil edebilmektedir. Bu da çelişiklere neden olabilmektedir. Özellikle günümüz teknolojisinde mevcut olan yeni dizi veri bankaları güncel sınıflandırmaların oluşturulmasına izin vermektedir. Yapı-temelli dizi parmakizi yöntemi, gruplandırılmayan bakteriyosinler için yeterli diziler elde edildiği takdirde belirli gruplara hızlıca dahil edilmelerine imkan sağlayan oldukça avantajlı bir sınıflandırma şeması sunmaktadır. Sınıflandırma için tutarlı ve yeterli bir sınıflandırma modelinin oluşturulması ise özellikle bakteriyosin alanında çalışan araştırmacılar için oldukça önemlidir.

## KAYNAKLAR

- [1] Mills, S., Stanton, C., Hill, C., Ross, R.P., 2011. New developments and applications of bacteriocins and peptides in foods. *Annual Review of Food Science and Technology* 2: 299-329.
- [2] Nes, I.F., Yoon, S., Diep, D.B., 2007. Ribozomally synthesized antimicrobial peptides (bacteriocins) in lactic acid bacteria. *Food Science and Biotechnology* 16(5): 675-690.
- [3] De Martinis, E.C.P., Alves, V.F., Franco, B.D.G.M., 2002. Fundamentals and perspectives for use of bacteriocins produced by lactic acid bacteria in meat products. *Food Review International* 18: 191-208.
- [4] Pasteur, L., Joubert, J., 1877. Charbon et septicemic. *Les Comptes rendus de l'Académie des Sciences* 85: 101-115.
- [5] Gratia, A., 1925. Sur un remarquable exemple d'antagonismes entre souches de colibacile. In *Bacteriocins of lactic acid bacteria*, Edited by L. De Vuyst, E. J. Vandamme, Blackie Academic and Professional, England, 6-7p.
- [6] Gratia, A., Fredericq, P., 1946. Diversité des souches antibiotiques de *E. coli* et étendue variable de leur champs d'action. *Comptes Rendus des Seances de la Societe de Biologie* 140: 1032-1033.
- [7] Jacob, F., Lwoff, A., Siminovitch, A. and Wollman, E.L., 1953. Definition de quelques terms relatifs a la lysogenie. In *Bacteriocins of lactic acid bacteria*. Edited by L. De Vuyst, E. J. Vandamme, Blackie Academic and Professional, England, 6-7p.
- [8] Tagg, J.R., Dajani, A.S., Wannamaker, L.W., 1976. Bacteriocins of Gram-positive bacteria. *Bacteriology Reviews* 40: 722-756.
- [9] Klaenhammer, T.R., 1988. Bacteriocins of lactic acid bacteria. *Biochemistry* 70: 337-349.
- [10] Jack, R.W., Tagg, J.R., Ray, B., 1995. Bacteriocins of Gram-positive bacteria. *Microbiology Reviews* 59: 171-200.
- [11] Kiran, F., 2012. Bir laktik asit bakterisi olan *Pediococcus pentosaceus* suşu üzerinde endüstriyel kullanım açısından farklı yaklaşımlar, Doktora tezi, 190p.
- [12] Cuesta, M.C.M., Kok, J., Herranz, E., Pelaez, C., Requena, T., Buist, G., 2000. Requirement of autolytic activity for bacteriocin-induced lysis. *Applied and Environmental Microbiology* 66(8): 3174-3179.
- [13] Hechard, Y., Sahl, H.G., 2002. Mode of action of modified and unmodified bacteriocins from Gram-positive bacteria. *Biochimie* 84: 545-557.
- [14] Hsu Hsu, S.T., Breukink, E., de Kruijff, B., Kaptain, R., Bonvin, A. M., Nuland, N.A., 2002. Mapping the targeted membrane pore formation mechanism by solition NMR: the nisin Z end lipid II interaction in SDS micelles. *Biochemistry* 41: 7670-7676.
- [15] Kumar, B., Balgir, P.P., Kaur, B., Garg, N., 2011. Cloning and expression of bacteriocins of *Pediococcus* spp.: A review. *Archives of Clinical Microbiology* 2(3): 1-18.
- [16] Engelke, G., Gutowski-Eckel, Z., Hammelmann, M., Entian, K.D., 1992. Biosynthesis of the lantibiotic nisin: genomic organization and membrane localization of the nisB protein. *Applied and Environmental Microbiology* 8(11): 3730-3743.
- [17] Nishie, M., Nagao, J., Sonomoto, K., 2012. Antibacterial peptides "bacteriocins" an overview of their diverse characteristics and applications. *Biocontrol Science* 17(1): 1-16
- [18] Delves-Broughton, J., 1990. Nisin and its application as a food preservative. *Journal of the Society of Dairy Technology* 43 (3): 73-76.
- [19] O'Sullivan, L., Ross, R.P., Hill, C., 2002. Potential of bacteriocin-producing lactic acid bacteria for improvements in food safety and quality. *Biochimie* 84: 593-604.
- [20] Eijssink, V.G.H., Skeie, M., Middelhoven, H.P., Brurberg, M.B., Nes, I.F., 1998. Comparative studies of class IIa bacteriocins of lactic acid bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 9: 3275- 3281.
- [21] Papagianni, M., Anastasiadou, S., 2009. Pediocins: The bacteriocins of *Pediococci*. Sources, production, properties and applications. *Microbial Cell Factories* 8 (3): 1-16.
- [22] Geis, AA., Singh, J., Teuber, M., 1983. Potential of lactic Streptococci to produce bacteriocin. *Applied and Environmental Microbiology* 45: 205- 211.
- [23] Kozak, W., Bardowski, J., Dobrzanski, W.T., 1978. Lacto-strpcins-acid bacteriocins produced by lactic

- streptococci. *Journal of Dairy Researches* 45: 247-257.
- [24] Klaenhammer, T.R., 1993. Genetics of bacteriocins produced by lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Reviews* 12: 39-85.
- [25] Cotter, P.D., Hill, C. and Ross, R.P., 2005. Bacteriocins: developing innate immunity for food. *Nature Reviews of Microbiology* 3: 777-788.
- [26] Rea, M.C., Ross, R.P., Cotter, P.D., Hill, C. 2011. Classification of bacteriocins from Gram-positive bacteria. In Prokaryotic antimicrobial peptides from genes to applications, Edited by D. Drider, S. Rebuffat, Springer, USA, 29-53p.
- [27] Jeevaratnam, K., Jamuna, M., Bawa A.S., 2005. Biological preservation of foods-Bacteriocin of lactic acid bacteria. *Indian Journal of Biotechnology* 4: 446-454.
- [28] Twomey, D., Ross, R.P., Ryan, M., Meaney, B., Hill, C., 2002. Lantibiotics produced by lactic acid bacteria: structure, function and applications. In Lactic acid bacteria: genetics, metabolism and applications, Edited by R.J. Sizezen, J. Kok, T. Abee, G. Schaafsma, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 165-185p.
- [29] Oscariz, J.C., Pisabarro, A.G., 2001. Classification and mode of action of membrane-active bacteriocins produced by Gram positive bacteria. *International Microbiology* 4: 13-19.
- [30] Wiley, J.M., Van der , W.A., 2007. Lantibiotics: peptides of diverse structure and function. *Annual Reviews of Microbiology* 61: 477-501.
- [31] Heng, N.C.K., Wescobre, P.A., Burton, J.P., Jack, R.W., Tang, J.R., 2007. The diversity of bacteriocins in Gram-positive bacteria. In Bacteriocins: Ecology and Evolution, Edited by M.A. Riley, M.A. Chavan, Springer, Berlin, 39-63p.
- [32] Pag, U., Sahl, H.G., 2002. Multiple activities in lantibiotics—models for the design of novel antibiotics? *Current Pharmaceutical Design* 8: 815-833.
- [33] Wescombe, P.A., Upton, M., Dierksen, K.P., Ragland, N.L., Sivabalan, S., Wirawan, R.E., Inglis, M.A., Moore, C.J., Walker, G.V., Chilcott, C.N., Jenkinson, H.F., Tagg, J.R., 2006. Production of the lantibiotic salivaricin A and its variants by oral streptococci and use of a specific induction assay to detect their presence in human saliva. *Applied and Environmental Microbiology* 72: 1459-1466.
- [34] Ross, K.F., Ronson, C.W., Tagg, J.R., 1993. Isolation and characterization of the lantibiotic salivaricin A and its structural gene salA from *Streptococcus salivarius* 20P3. *Applied and Environmental Microbiology* 59: 2014-2021.
- [35] Krull, R.E., Chen, P., Novak, J., Kirk, M., Barnes, S., Baker, J., Krishna, N.R., Caufield, P.W., 2000. Biochemical structural analysis of the lantibiotic mutacin II. *Journal of Biology and Chemistry* 275: 15845-15850.
- [36] Georgalaki, M.D., Van Den Berghe, E., Kritikos, D., Devreese, B., Van Beeumen, J., Kalantzopoulos, G., De Vuyst, L., Tsakalidou, E., 2002. Mucedocin, a food-grade lantibiotic produced by *Streptococcus macedonicus* ACA-DC 198. *Applied and Environmental Microbiology* 68: 5891-5903.
- [37] Sahl, H.G., Bierbaum, G., 1998. Lantibiotics: Biosynthesis and biological activities of uniquely modified peptides from gram-positive bacteria. *Annuals Review of Microbiology* 52: 41-79.
- [38] Schnell, N., Entiah, K.D., Götz, F., Horner, T., Kellner, R., Jung, G., 1989. Structural gene isolation and prepeptide sequence of gallidermin, a new lanthionine containing antibiotic. *FEMS Microbiology Letters* 58: 263-268.
- [39] Siegers, K., Heinzmann, S., Entian, K.D., 1996. Biosynthesis of lantibiotic nisin. Posttranslational modifications of its prepeptide occurs at a multimeric membrane associated lanthionine synthetase complex. *The Journal of Biological Chemistry* 271: 12294-12301.
- [40] Meindl, K., Schmiederer, T., Schneider, K., Reicke, A., Butz, D., Keller, S., Guhring, H., Vertesy, L., Wink, J., Hoffmann, H., Bronstrup, M., Sheldrick, G.M., Sussmuth, R.D., 2010. Labyrinthopeptins: a new class of carbacyclic lantibiotics. *Angewandte Chemie International Edition* 49: 1151-1154.
- [41] Marx, R., Stein, T., Entian, K.D., Glaser, S.J., 2001. Structure of the *Bacillus subtilis* peptide antibiotic subtilosin A determined by 1H-NMR and matrix assisted laser desorption/ionization time of flight mass spectrometry. *Journal of Protein Chemistry* 20: 501-506.
- [42] Kawulka, K., Sprules, T., McKay, R.T., Mercier, P., Diaper, C.M., Zuber, P., Vederas, J.C., 2003. Structure of subtilosin A, an antimicrobial peptide from *Bacillus subtilis* with unusual posttranslational modifications linking cysteine sulfurs to alpha-carbons of phenylalanine and threonine. *Journal of the American Chemical Society* 125: 4726-4727.
- [43] Martin-Visscher, L.A., Gong, X.D., Duszyk, M., Vederas, J.C., 2009. The three-dimensional structure of Carnocyclin A reveals that many circular bacteriocins share a common structural motif. *The Journal of Biological Chemistry* 284: 28674-28688.
- [44] Ennahar, S., Sonomoto, K., Ishizaki, A., 1999. Class IIa bacteriocins from lactic acid bacteria: antibacterial activity and food preservation. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 87: 705-716.
- [45] Drider, D., Fimland, G., Hechard, Y., McMullen, L.M., Prevost, H., 2006. The continuing story of class IIa bacteriocins. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 70: 564-582.
- [46] Nissen-Meyer, J., Rogne, P., Oppegard, C., Haugen, H.S., Kristiansen, P.E., 2009. Structure-function relationships of the non-lanthionine-containing peptide (class II) bacteriocins produced by gram-positive bacteria. *Current Pharmaceutical Biotechnology* 10: 19-37.
- [47] Hastings, J.W., Sailer, M., Johnson, K., Roy, K.L., Vederas, J.C., Stiles, M.E., 1991. Characterization of leucocin A-UAL 187 and cloning of the bacteriocin gene from *Leuconostoc gelidum*. *Journal of Bacteriology* 173: 7491-7500.
- [48] Hechard, Y., Derijard, B., Letellier, F., Ceniempo, Y., 1992. Characterization and purification of mesentericin Y105, an anti-Listeria bacteriocin from *Leuconostoc mesenteroides*. *Journal of General Microbiology* 138: 2725-2731.

- [49] Henderson, J.T., Chopko, A.L., Van Wasserman, P.D., 1992. Purification and primary structure of pediocin PA-1 produced by *Pediococcus acidilactici* PAC1.0. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 295: 5-12.
- [50] Nieto-Lozano, J.C., Reguera-Useros, J.I., Pelaez-Martinez, M.C., Sacristan-Perez-Minayo, G., Gutierrez-Fernandez, A.J., De La Torre, A.H., 2010. The effect of the pediocin PA-1 produced by *Pediococcus acidilactici* against *Listeria monocytogenes* and *Clostridium perfringens* in Spanish dry-fermented sausages and frankfurters. *Food Control* 21: 679-685.
- [51] Tichaczek, P.S., Nissenmeyer, J., Nes, I.F., Vogel, R.F., Hammes, W.P., 1992. Characterization of the bacteriocins curvacin a from *Lactobacillus curvatus* Lth1174 and sakacin-P from *Lb. sake* Lth673. *Systematic and Applied Microbiology* 15: 460-468.
- [52] Aymerich, T., Holo, H., Havarstein, L.S., Hugas, M., Garriga, M., Nes, I.F., 1996. Biochemical and genetic characterization of enterocin A from *Enterococcus faecium*, a new antilisterial bacteriocin in the pediocin family of bacteriocins. *Applied and Environmental Microbiology* 62: 1676-1682.
- [53] Motlagh, A.M., Holo, S., Johnson, M.C., Ray, B., Field R.A., 1992. Inhibition of *Listeria* spp. in sterile food systems by pediocin ACh, a bacteriocin produced by *Pediococcus acidilactici* H. *Journal of Food Protection* 55(5): 337-343.
- [54] Vanderbergh, P.A., 1991. Pediocin PA-1 produced by *Pediococcus acidilactici*. *Annual Meeting: Society for Industrial Microbiology*, August 4-9, 1991, Philadelphia, PA, Book of Proceedings, Abstract S101p.
- [55] Hill, C., Nes, I.N., Ross, R.P. 2011. Bacteriocins. *The 10th LAB Symposium: Thirty years of Research on Lactic acid bacteria*, August 28-September, 2011, Netherlands, 37-56p.
- [56] Papagianni, M., 2003. Ribosomally synthesized peptides with antimicrobial properties: biosynthesis, structure, function, and applications. *Biotechnology Advance* 21: 465-499.
- [57] Derksen, D.J., Boudreau, M.A., Vederas, J.C., 2008. Hydrophobic interactions as substitutes for a conserved disulfide linkage in the type IIa bacteriocins, leucocin A and pediocin PA-1. *Chemistry and Biochemistry* 9: 1898-1901.
- [58] Nes, I.F., Holo, H., Fimland, G., Hauge, H.H., Nissen-Meyer, J., 2002. Unmodified peptide-bacteriocins (Class II) produced by lactic acid bacteria. In *Peptide antibiotics: discovery, modes of action and applications*, Edited by C.J. Dutton, M.A. Haxel, H.A.I McArthur, R.G. Wax, Marcel Dekker, New York, 81-115p.
- [59] Mogi, T., Kita, K., 2009. Gramicidin S and polymyxins: the revival of cationic cyclic peptide antibiotics. *Cellular and Molecular Life Science* 66: 3821-3826.
- [60] Jimenez, M.A, Barrachi-Saccilotto, A.C., Valdivia, E., Maqueda, M., Rico, M., 2005. Design, NMR characterization and activity of a 21-residue peptide fragment of bacteriocin AS-48 containing its putative membrane interacting region. *Journal of Peptide Science* 11: 29-36.
- [61] Van Belkum, M.J., Martin-Visscher, L.A., Vederas, J.C., 2011. Structure and genetics of circular bacteriocins. *Trends in Microbiology* 19(8): 411-418.
- [62] Kemperman, R., Kuipers, A., Karsens, H., Nauta, A., Kuipers, O., Kok, J., 2003. Identification and characterization of two novel clostridial bacteriocins, circularin A and closticin 574. *Applied and Environmental Microbiology* 69: 1589-1597.
- [63] Joerger, M.C., Klaenhammer, T.R., 1986. Characterization and purification of helveticin J and evidence for a chromosomally determined bacteriocin produced by *Lactobacillus helveticus* 481. *Journal of Bacteriology* 167: 439-446.
- [64] Valdes-Stauber, N., Scherer, S., 1994. Isolation and characterization of Linocin M18, a bacteriocin produced by *Brevibacterium linens*. *Applied and Environmental Microbiology* 60: 3809-3814.
- [65] Simmonds, R.S., Simpson, W.J., Tagg, J.R. 1997. Cloning and sequence analysis of zooA, a *Streptococcus zooepidemicus* gene encoding a bacteriocin-like inhibitory substance having a domain structure similar to that of lysostaphin. *Gene* 189: 255-261.
- [66] Beukes, M., Bierbaum, G., Sahl, H.G, Hastings, J.W., 2000. Purification and partial characterization of a murein hydrolase, millericin B, produced by *Streptococcus milleri* NMSCC 061. *Applied and Environmental Microbiology* 66: 23-28.
- [67] Hickey, R.M., Twomey, D.P., Ross, R.P., Hill, C., 2003. Production of enterolysin A by a raw milk enterococcal isolate exhibiting multiple virulence factors. *Microbiology* 149: 655-664.
- [68] Axelsson, L.T. 1993. Lactic acid bacteria: classification and physiology. In *Lactic acid bacteria*, Edited by S. Salminen, A. Vonwright, Marcel Dekker Inc., Newyork, 433p.
- [69] Eijsink, V.G.H., Axelsson, L., Diep, D.B., Havarstein, L.S., Holo, H., Nes, I.F., 2002. Production of class II bacteriocins by lactic acid bacteria; an example of biological warfare and communication. *Antonie Van Leeuwenhoek* 81: 639-654.
- [70] Hammami, R., Zouhir, A., Ben Hamida, J., Fliss, I., 2007. BACTIBASE: a new web-accessible database for bacteriocin characterization. *BMC Microbiology* 7: 8-9.
- [71] Hammami, R., Zouhir, A., Naghmouchi, K., Ben Hamida, J., Fliss, I., 2007. SciDBMaker: new software for computer-aided design of specialized biological databases. *BMC Bioinformatics* 9: 121.
- [72] Zouhir, A., Hammami, R., Fliss, I., Hamida, J.B., 2010. A new structure-based classification of Gram-positive bacteriocins. *Protein Journal* 29: 432-439.
- [73] <http://bactibase.pfba-lab-tun.org/main.php>, BACTIBASE, erişim tarihi:01.05.2012
- [74] Larsen, A.G., Vogensen, F.K., Josephsen, J., 1993. Antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from sour doughs: purification and characterization of bavaricin A, a bacteriocin produced by *Lactobacillus bavaricus* MI401. *Journal of Applied Bacteriology* 75: 113-122.

Kaiser, A.L., Montville, T.J., 1996. Purification of the bacteriocin bavaricin MN and characterization of its mode of action against *Listeria monocytogenes* Scott A cells and lipid vesicles. *Applied and Environmental Microbiology* 62: 4529-4535.

---



## 2012'nin Ardından

Ramazan GÖKÇE

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 20070 Kınıklı, Denizli

*Received (Geliş Tarihi): 05.12.2012, Accepted (Kabul Tarihi): 07.12.2012*✉ *Corresponding author (Yazışmalardan Sorumlu Yazar): rgokce@pau.edu.tr (R. Gökçe)*

☎ 0 258 296 31 06 📠 0 258 296 32 62

2012 yılı gıda endüstrisi açısından dünyada çok başarılı bir yıl olarak geçmedi ne yazık ki. 2011 yılında önemli buğday üreticisi ülkelerin buğday ihracatına getirdikleri kısıtlamalar, süt ve ette artan fiyatlar-daralan üretim değerleri ve belki en önemlisi küresel iklim değişiklikleri nedeniyle yağışlarda yaşanan anormallikler ve azalan kullanılabilir su kaynakları... Bütün bu olumsuzluklara rağmen yedi milyarı aşan dünya nüfusu ve bu nüfus içerisinde açlık sınırında yaşayan bir milyar insan... Yani, dünya üzerindeki her yedi kişiden birisi açlık sınırında yaşadı 2012'yi.

Ülkemizde de gıda endüstrisi açısından pek başarılı geçmedi 2012. 2012'ye günler kala 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu'nun 102 ayrı yönetmeliği yayınlandı. Sektördeki kargaşayı önleyeceği beklentisiyle büyük ümitler bağlanan gıda ile ilgili yönetmelikler gıda alanındaki karmaşayı gidermek yerine bazı alanlarda daha derin sorunların oluşmasına sebep oldu. Gıda alanında en çok konuşulan konuların başında bakanlığın kanununun 26. madde 4. fıkrasına dayanarak hileli ürün üreten işletmeleri ilan etmesi geldi. Bazıları bunu olması gereken bir uygulama olarak görürken, büyük bir çoğunluk uygulamanın sakıncalarını dile getiren açıklamalar yaptılar. Gerçekten de ülke genelinde bazı illerdeki gıda işletmelerinin ürününü analize alıp, bu ürünlerde tespit edilen hataların ilan edilmesi, sadece o işletmeleri değil, o işletmenin şahsında aynı ürünü üreten diğer işletmeleri de cezalandırmıştır. İlan edilen (ifşa edilen) işletme sahipleri haklı olarak, aynı ürünü aynı şekilde üreten başka illerde veya ilçelerde olduğu için ürünü analize bile alınmayan diğer gıda işletmelerinin bu durumda hatasız mal ürettiği anlamının çıktığından şikâyetçi olmuşlardır. Ayrıca bazı uygulamalarda bakanlığın analiz yaptığı laboratuvarların yetkinlikleri de sorgulanmıştır. Kısacası, hatalı ürün üretmelerin ifşa edilmesi pek de işe yaramamıştır. 2012 Kasım ayında ilan edilen son listede olduğu gibi birçok marka ise işletmelerin ikinci, üçüncü markaları olup bu markaların

piyasada hemen hemen hiçbir tanınırlıkları yoktur. Bu durumda ilan edilen markaların halk nezdinde herhangi bir önemi kalmamakta ve bakanlığın bel bağladığı **“tüketici tercihini etkileme”** beklentisi boşa çıkmaktadır.

2012'nin bir diğer önemli konusu tam buğday unundan yapılacak ekmek idi. Yine daha sağlıklı olacağı beklentisi ve **“ekmek satılan her yerde tam buğday ekmeği de olacak”** amir hükmü ile tanıtılan proje de kendisinden bekleneni veremedi. Temmuz ayı başında yürürlüğe giren ve daha sağlıklı olacağı kamu spotu reklamlarıyla duyurulan uygulamada, tam buğday ununa yönelik düzenlemenin yapılmadığı ancak bakanlığın tam buğday unundan ekmek üretmeyen fırınlara ceza kesmesi sonunda anlaşıldı. Şimdi tekrar başa dönülüp tam buğday unu ile ilgili düzenlemenin yapılması beklenenecek. Eğer bu düzenleme yapılabilirse, tam buğday ekmeği her fırında üretilecek ve ekmek satılan her yerde de satılabilecek.

2012'nin son ayında yayınlanan bir diğer düzenleme ise Et ve Et Ürünleri Tebliği idi (05 Aralık 2012 tarih ve 28488 sayılı Resmi Gazete). Üzerinde akademisyenler, sanayiciler bakanlık ve diğer kamu kuruluşları temsilcilerinin uzunca bir zamandır çalıştığı tebliğ de daha yayınlandığı gün eleştirilmeye başlandı. Hem de bu düzenlemenin bazı üreticileri yasal olmayan üretim yöntemlerine sevkedeceği endişesi ile. Gerçekten ilginç bir durum. Eğer eleştiriler doğru ise (!) kanunun açıklamasını yapmak üzere yayınlanan tebliğin, üreticileri kanunsuz uygulamalara sevk etmesi herhalde bize özgü bir durum olacaktır.

2012'nin belki de en önemli konusu bir tarım ve hayvancılık coğrafyası olan ülkemizin saman ithal etmek zorunda kalmış olmasıdır. Her ne kadar yetkililer bu durumu bahar aylarındaki yağışların yetersizliğine bağlamış iseler de işin aslının devletin verdiği ucuz kredilerle hayvancılığa soyunan kişilerin hayvanlarını

besleme konusundaki duyarsızlıklardır. Çünkü cazip kredilerle hayvancılığa başlayan bu insanlar, hayvanların 7 gün 24 saat bir şeyler yemek zorunda olduğunu ve bunun önemli bir bölümünün kaba yem olması gerektiğini bilmiyorlardı veya unuttular. Onlar inekleri, ne versen onu yiyecek ve yem seçmeyecek tavuklar gibi zannettiler. İşte bu zan ve arkasından gerçekleşen uyanış nedeniyle 2013 yılı “**inek kesim yılı**” olarak ilan edilmiş durumdadır. Gerçekten de mezbahalarda şu günlerde ciddi sayılarda inek kesimleri yapılmaktadır. Bu manzaranın bizi tekrar 2009’daki günlere götürmemesini diliyoruz.

Tarihin tekerrürden ibaret olmaması için geçmiş hatalarımızdan dersler çıkartmalıyız. Bunun için dönem sonlarında genel bir değerlendirme yapılması, hatalı uygulamalara son verilmesi gereklidir. Bu açıdan bakıldığında, gıda alanında yapılan hatalardan gerekli derslerin çıkarılmadığını görüyoruz. Her alanda sonuna kadar özelleştirmeyi savunan hükümetin et ve süt

konularında ise sıkı bir devletçilik özlemi içerisinde olmasını anlamak gerçekten zor. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanı sayın M. Mehdi Eker’in Et ve Balık Kurumu’nu Et ve Süt Müdahale Kurumu haline getirmek istedikleri şeklindeki beyanı önümüzdeki günlerde devletin iyi bir süt ve et ürünleri üreticisi (!) olmaya aday olduğu izlenimini vermektedir. Buradaki hareket noktasının hayvansal ürünlerin son tüketiciye pahalıya satılması olduğu hepimizce malumdur. Oysa et ve sütün niçin pahalıya satıldığını ortaya koyabilmek için üretiminde kullanılan girdilerin fiyatına bakmak gerekmez mi? Bu ürünlerin pahalı olmasının üretiminde kullanılan girdilerden değil de üreticilerden kaynaklandığını düşünmek, kanımızca bindiği dalı kesmekten başka bir şey değildir.

2013 yılının, geçmiş hatalardan dersler çıkartarak daha az hataların yapılacağı; üretene, işleyene, tüketene ile herkesin sağlıklı, mutlulukla yaşayacağı bir yıl olmasını diliyorum.

## Akademik Gıda Dergisi Yazım Kuralları

**Akademik Gıda** dergisi gıda bilimi ve teknoloji alanında hazırlanmış özgün araştırma ve derleme makalelerin yayımlandığı **hakemli** bir dergidir. Araştırma notu, mini derleme, görüş ve editöre mektup gibi yazılar da yayın için değerlendirilir. Dergi 3 ayda bir basılmakta olup 4 sayıda bir cilt tamamlanır. Dergide Türkçe ve İngilizce makaleler yayınlanır.

Akademik Gıda dergisinde yayınlanması istenen çalışmalar derginin [www.academicfoodjournal.com](http://www.academicfoodjournal.com) web sayfasında bulunan elektronik makale gönderim sistemi üzerinden gönderilmelidir. E-posta ile gönderilen makaleler değerlendirilmeyecektir. Elektronik makale gönderim sistemi ile ilgili sorularınız için [ogursoy@yahoo.com](mailto:ogursoy@yahoo.com) e-posta adresinden editörle irtibata geçebilirsiniz.

- Gönderilecek çalışmanın dergide hangi tür makale olarak (Araştırma Makalesi, Derleme Makale, Araştırma Notu, Mini Derleme, Görüş ve Editöre Mektup) yayınlanması istendiği yazar/yazarlar tarafından mutlaka belirtilmelidir.
- Yazar/yazarlar tarafından çalışmayı değerlendirilebileceği düşünülen ve yazar/yazarlarla çıkar çatışması olmayan en az 3 potansiyel hakem iletişim bilgileri de (yazışma adresi, e-posta ve telefon numarası) verilerek önerilmelidir.
- Gönderilecek çalışmalar yazım ve imla hataları içermemelidir. İngilizceden Türkçeye tercüme edilen teknik terimler "Gıda Mühendisliği Teknik Terimler Rehberi"nde [Gıda Mühendisleri Odası, Kitaplar Serisi No: 17, Filiz Matbaacılık, Ankara, 232s, ISBN: 978-9944-89-407-4] tavsiye edilen şekliyle kullanılmalıdır.
- Gönderilen çalışmaların daha önce hiç bir yerde yayınlanmadığı yazarlar tarafından garanti edilmelidir.
- Çalışmanın özgünlüğü ve çalışma ile ilgili her türlü etik hususdan yazar/yazarlar sorumludur.
- Yayın Kurulu yayına kabul edilmiş çalışmalarda gerekli değişiklikleri yapmaya yetkilidir.

**Hızlandırılmış Makale Basımı:** 2011 yılından itibaren dergide "yayımlanmak üzere kabul edilen makalelerin", derginin takip eden ilk sayısında yayımlanabilmesi için yazar/yazarlar tarafından yayıncı kuruluşa makalelerin dergide basılı sayfası başına 15 TL ücret ödemesi gerekmektedir.

### Çalışmaların Hazırlanması

1. Çalışmalar A4 boyutunda hazırlanmalı, üstten 2.45 cm, alttan 2.45 cm, sağ ve soldan 1.75 cm boşluk

birakılmalı ve tek kolon olarak hazırlanmalıdır. Metin çift satır aralıklı yazılmalı, paragraflar arasında tek satır boşluk bırakılmalıdır. Metinde bütün satırlar (sürekli) numaralandırılmalıdır.

2. Çalışma başlığı 14 punto Arial, koyu, küçük harflerle ve ortalanmış olarak yazılmalıdır. Başlıktan sonra bir satır boşluk bırakılmalı; yazar isimleri 10 punto Arial ve ortalanmış olarak verilmelidir. Yazarların adresleri, telefon ve faks bilgileri ile yazışmalardan sorumlu yazarın e-posta adresi hemen alt satırda 9 punto Arial, ilk harfler büyük olacak şekilde ve ortalanmış olarak yazılmalıdır. Yazarların çalıştıkları kuruluşlar (ve/veya adresler) farklı ise her bir yazar isminin sonuna rakamlarla üst indis konulmalıdır.

3. Metin içindeki kısımların başlıkları (ÖZET, ABSTRACT, GİRİŞ vb.) 10 punto Arial ve koyu olarak büyük harflerle yazılmalı, başlıktan sonra bir satır boşluk bırakılarak metine geçilmelidir. Alt başlıklarda ilk harfler büyük, 10 punto Arial ve koyu yazı karakteri kullanılmalıdır. ÖZET'in altına bir satır boşluk bırakıldıktan sonra en fazla 5 adet Anahtar Kelime konmalıdır. Anahtar Kelimelerden sonra bir satır boşluk bırakılarak İngilizce başlık ve altına ABSTRACT ve Key Words yazılmalıdır. Bir satır boşluk bırakılarak ana metine geçilmelidir.

4. Ana metin 9.5 punto Arial olarak hazırlanmalıdır.

5. Çalışma başlıca şu kısımlardan oluşmalıdır: Başlık, Yazar İsimleri, Adresleri, İletişim Bilgileri, Yazışmalardan Sorumlu Yazarın E-posta adresi, Özet, Abstract, Ana Metin (Giriş, Materyal ve Metot, Bulgular ve Tartışma, Sonuç), Teşekkür (gerekliyse), Kısaltmalar (gerekliyse), Kaynaklar.

6. Özet ve Abstract 150 kelimeyi geçmemeli, çalışmanın amacını, metodunu ve önemli sonuçlarını içermelidir. Özet tek paragraf olarak yazılmalı ve özet içinde kaynaklara atfı yapılmamalıdır.

7. Çalışma içerisinde geçen mikroorganizma isimleri ile Latince ifade ve isimler italik olarak yazılmalı ve kısaltmalarda uluslararası yazım kuralları göz önünde bulundurulmalıdır.

8. Tablo başlıkları tablonun üstüne, şekil başlıkları ise şeklin altına yazılmalı ve numaralandırılmalıdır. Kullanılan tablo ve şekillere metin içinde mutlaka atfı yapılmalıdır. Metin içinde geçen veriler tablo ve şekillerin tekrarı olmamalıdır. Tablo ve şekillerin başlıkları içerikleriyle uyumlu ve anlaşılabilir olmalıdır.

Şekiller ve resimlerin siyah-beyaz ve yüksek çözünürlükte olmasına dikkat edilmelidir. Resimler (ve gerekiyorsa Şekiller) \*.jpg formatında metin içerisinde yer almalıdır.

9. Metin içerisinde atıflar köşeli parantez içerisinde rakamlarla yapılmalı [1] ve Kaynaklar bölümünde bu numara sırasıyla detayları yazılmalıdır.

10. Kullanılan matematiksel denklemler numaralandırılmalı ve metin içerisinde bu denklemlere atıf yapılmalıdır.

11. Kaynakların yazımında aşağıdaki örnek yazım biçimleri kullanılmalı ve makalelerin yayınlandığı dergi isimleri italik olarak yazılmalıdır. Web adreslerine atıf yapılacağına (mümkün olduğunca Resmi web sayfalarına atıf yapılmalıdır) mutlaka ilgili web adresine erişim tarihi verilmelidir.

#### **Makale**

[1] Bozkurt, H., İçier, F., 2009. İnegöl köfte üretiminde ohmik pişirmenin uygulanabilirliğinin incelenmesi. *Akademik Gıda* 9(1): 6-12.

#### **Kitap**

[2] Kılıç, S., 2001. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Yayınları, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, İzmir.

#### **Kitap Bölümü**

[3] Gibson, G.R., Saavedra, J.M., MacFarlane, S., MacFarlane, G.T., 1997. Probiotics and Intestinal Infections. In *Probiotics 2: Applications and Practical Aspects*, Edited by R. Fuller, Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, England, 212p.

#### **Kongre-Sempozyum Bildirisi**

[4] Gürsoy, O., Akdemir, O., Hepbaşlı, A., Kınık, Ö., 2004. Recent situation of energy consumption in Turkey dairy industry. *International Dairy Symposium: Recent Developments in Dairy Science and Technology*, May 24-28, 2004, Isparta, Turkey, Book of Proceedings, 10-16p.

12. Hakem görüşleri doğrultusunda düzeltilmek üzere yazar(lar)a gönderilen çalışmaların gerekli düzeltmeleri yapılarak en geç bir ay içerisinde yayın ofisine ulaştırılması gereklidir. Bu süre zarfında gönderilmeyen çalışmalar "ilk defa gönderilmiş çalışma" olarak değerlendirilecektir.

13. Yukarıdaki kurallara uygun olarak hazırlanmamış çalışmalar değerlendirmeye alınmaz.

## Guidelines to Authors

Akademik Gıda® (Academic Food Journal) is a peer reviewed journal where original research and review articles are published in the field of food science and technology. Research notes, mini-reviews, opinions and letters to the editor are also considered for publication. The journal is published trimonthly and each volume is composed of 4 issues per year. Journal articles are published either in Turkish or English. Manuscripts in either good American or British English usage are accepted, but not a mixture of these.

Manuscripts for the Akademik Gıda® (Academic Food Journal) must be sent via the electronic article submission system, which can be located in the official website of the journal, [www.academicfoodjournal.com](http://www.academicfoodjournal.com). Manuscripts sent by e-mail are not considered for evaluation. For questions related to the electronic article submission system, contact the editor via e-mail at [ogursoy@yahoo.com](mailto:ogursoy@yahoo.com).

- Authors must specify the type of the manuscript (research articles, review articles, research briefs, mini-review articles, comments and letters to the editor).
- Authors should provide at least 3 potential referees and their contact information (mailing address, e-mail address and phone number).
- Manuscripts to be submitted should be free from any spelling or grammatical error.
- Authors must guarantee that the submitted manuscript is not published anywhere previously and will not be submitted to anywhere before the editorial board makes a final decision on the manuscript.
- Authors are responsible from the originality of the study and all kinds of ethical issues related to their study.
- The editorial board is authorized to make necessary changes in manuscripts accepted for publication.

### Accelerated publication of an article

Articles accepted for publication can be published in the first coming issue of the journal at the charge of 15TL per printed page if the authors request accelerated publication.

### Preparation of a manuscript

1. Manuscripts should be prepared in A4 size, and the text must be prepared in a single column format. The text must be double-spaced, and a single space should be left between paragraphs. All lines and pages must be continuously numbered.

2. The title must be 14pt Arial, bold, small letters and centered. A blank line should be left after the title, and the names of authors should be given in 10pt Arial and centered. In addition to each author's contact address, the phone and fax numbers and e-mail address of the corresponding author should be provided. If the institutions of the authors are different, superscript numbers should be used to indicate their addresses.

3. The headings (e.g. Abstract, Introduction, Materials and Methods etc.) must be 10pt Arial, and should be typed in bold capital letters. Each heading should appear on its own separate line. A blank line should be left after each heading. A list of key words, a maximum of 5, should be provided below the abstract section of the article.

4. The main text should be prepared in 9.5pt Arial.

5. Typical articles mainly consist of the following divisions: Title, Author Names, Addresses, Contact Information, Corresponding author's e-mail address, Abstract, Main text (Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions), Acknowledgements (if necessary), Abbreviations (if necessary) and References.

6. The abstract should not exceed 150 words, and the main purpose and method and the most significant result and conclusion should be presented in the abstract. The abstract should be prepared as a single paragraph, and should not include any citation.

7. Latin names in the text should be in italics, and names and abbreviations should follow international rules. If abbreviations that are not standard are unavoidable, they must be defined at their first mention in the text. Consistency of abbreviations throughout the article must be ensured. Internationally accepted rules and conventions must be followed, and the international system of units (SI) must be used. If other units are mentioned, their equivalents in SI must be provided.

8. Table headings should be on the top of each table and figure captions below each figure. Each table or figure must be numbered consecutively in accordance with their appearance in the text. All figures and tables should be cited in the text. The data presented in the tables and figures should not be repeated in the text. Table headings and figure captions should be self-explanatory. Figures and pictures must be provided in high resolution (black and white), and pictures (and, if

necessary figures) should be included in the text as \*.jpg format.

9. References in the text should be cited in numbers in square brackets [1] and details of the citations must be provided in the Literature or References section with their respective numbers.

10. Mathematical equations should be numbered and cited in the text.

11. The following formats should be used for the details of cited references, and the journal names must be typed in italics. References to the Web addresses (if necessary, the official web pages should be preferred) must include full web address and the date of access.

#### **Article**

[1] Güzeler, N., Kaçar, A., Say, D., 2011. Effect of milk powder, maltodextrin and polydextrose use on physical and sensory properties of low calorie ice cream during storage. *Akademik Gida* 9(2): 6-12.

#### **Book**

[2] Kilic, S., 2001. Lactic Acid Bacteria in Dairy Industry. Ege University Faculty of Agriculture

Publications, Ege University Press, Bornova, Izmir, Turkey.

#### **Book Chapter**

[3] Gibson, GR, Saavedra, JM, MacFarlane, S., MacFarlane, GT, 1997. Probiotics and Intestinal Infections. In *Probiotics 2: Applications and Practical Aspects*, Edited by R. Fuller, Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London, England, 212p.

#### **Proceedings of the Congress-Symposium**

[4] GURSOY, O., AKDEMİR, O., HEPBASLI, A., KINIK, O., 2004. Recent situation of energy consumption in dairy industry in Turkey. *International Dairy Symposium: Recent Developments in Dairy Science and Technology*, May 24-28, 2004, Isparta, Turkey, Book of Proceedings, 10-16P.

12. A list of the corrections requested by the referees must be provided by the authors, and it must be sent to the editorial office via e-mail within a month.

13. Studies that are not prepared in accordance with the rules above will not be considered for evaluation.