

Gluten-free product development: Cold fermented bread with buckwheat grains

Gülsüm Yurtseven¹, Gülçin Özbay²

¹Yalova University, Yalova Vocational School, Cooking Program, Yalova, Türkiye; ²Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Tourism, Sakarya, Türkiye.

ABSTRACT

The need for food products suitable for gluten-free diets is increasing worldwide. These gluten-free products are mostly preferred by individuals with celiac disease, gluten allergy, and gluten sensitivity. People who are gluten-free primarily purchase gluten-free bread, which is an important and basic food of their daily diet, or make gluten-free products themselves. In addition, since wheat is the only grain that can develop a viscoelastic dough, bread making in the absence of gluten becomes a technological challenge. Therefore, gluten-free bread formulas, e.g., recipes that serve as sensory substitutes for loaf bread, are needed. In this study, the use of gluten-free buckwheat grain instead of gluten-containing wheat flour and additives (cabbage) to provide stability and elasticity to the dough is discussed to improve the sensory properties of gluten-free bread. The aim of this research is to develop a gluten-free bread formula to substitute gluten-containing breads using buckwheat grain and psyllium. For this purpose, a standard recipe for gluten-free bread that can be made at home and produced commercially was prepared. First, four different types of bread were tasted by experienced academic panelists, and sensory data were obtained and subsequently tabulated. Then, a repeated measures ANOVA test was performed using the JAPS 0.16.4.0 statistical calculation program. Since the findings showed a significant difference in the opinions of individuals according to the type of bread, a post-hoc analysis was performed to examine the differences between the types of bread. The Bonferroni method was selected for the post hoc analysis, and according to the general averages of the breads, a significant difference was found in favor of the second bread over the third bread in the second measurement (in the second panel) ($t = 3.89$, $p = .006$). There was no significant difference in individuals' opinions about the other breads. As a result of the sensory analysis findings, the number 2 bread formula was distinct and introduced to gastronomy.

KEYWORDS

Gluten-free diet, celiac, gluten-free gastronomy, gluten-free bread, gastronomy tourism barriers.

Introduction

People who choose a gluten-free diet around the world are usually those who have gluten-related diseases. Gluten-related diseases are defined as a negative reaction to gluten mediated by the immune system. (Cabanillas, 2020). A relationship has been established between gluten consumption and many diseases so far. These diseases are divided into different classes. If you find(2015)Gluten-related diseases are classified as allergies (food allergy, anaphylaxis, wheat-related exercise-induced anaphylaxis, baker's asthma, contact dermatitis), autoimmune diseases (celiac disease, dermatitis herpetiformis, gluten ataxia), and diseases that are likely to have an immune component.

Celiac disease is an autoimmune disease that causes intestinal damage from gluten intake (King et al., 2019). The treatment of celiac disease is essentially a gluten-free diet (Araujo et al., 2010; Southgate et al., 2017). A gluten-free diet is made by removing gluten, a term used to describe protein components found in wheat, rye, barley, oats, and their derivatives, from the

diet (Araujo et al., 2010). King et al. (2019) said that people living with celiac disease have experienced the growth of the gluten-free industry as a “double-edged sword.” While celiac patients are grateful to the gluten-free industry for providing better-tasting gluten-free alternatives, they are also subject to misunderstandings about the seriousness of celiac disease because people without celiac disease follow a gluten-free diet.

Gluten allergy is defined as an immune response mediated by immunoglobulin (IgE: Antibody secreted when the body comes into contact with an allergen) against gluten proteins, not limited to those found in wheat. The prevalence of wheat allergy can be seen in all age groups. (Cabanillas, 2020) A gluten-free diet represents a treatment for celiac disease and wheat allergy (Estévez & Araya, 2016).

Finally, individuals with gluten intolerance (non-celiac gluten sensitivity) follow a gluten-free diet because they perceive it as a healthier nutritional choice. This group has grown sufficiently to influence the gluten-free product market significantly and positively impact the availability and sustainability of gluten-free products (Estévez & Araya, 2016). In addition, in the last few years, several studies have proven that gluten intolerance can also affect people who do not suffer from any of the diseases mentioned above. The new syndrome is called non-celiac gluten sensitivity or gluten sensitivity. Recently, the adoption of a gluten-free diet has gained significant popularity among individuals without celiac disease, as it is associated with a “healthier dietary choice” (Grazyna & Grazyna, 2014).

Dhruva and others (2021) According to the, following a gluten-free diet is appropriate for those with a gluten-related disorder such as celiac disease, but is less supported in those with non-celiac disease. There is insufficient evidence to associate a gluten-free diet with disease outcomes in patients without celiac disease for factors such as weight loss, hypertension, and insulin resistance. A gluten-free diet may have some benefits for people with insulin resistance. However, confounding biases and small study samples make it difficult to draw firm conclusions.

While celiac patients must permanently eliminate gluten from their diet, the literature suggests that many individuals who claim to be gluten sensitive may not have a true sensitivity to gluten, although they may be sensitive to other components of wheat (Sampedro et al., 2019). Alternatively, a neophobia/neophilia effect may be involved when these individuals adopt a gluten-free diet. However, it is likely that the majority of these individuals adopt a gluten-free diet without a medical basis.

However, patients diagnosed with celiac disease alone must follow a strict gluten-free diet for life, and patients with wheat allergy must avoid any form of wheat exposure. Despite various scientific advances, there is no consensus in the scientific community on the classification of non-celiac gluten sensitivity as an independent clinical entity (Cabanillas, 2020; Rees et al., 2018).

As a result, a gluten-free diet is one that does not contain products derived from grains such as wheat, barley, and rye (Atik & Atik, 2023). Recently, there has been an increase in the number of people who have to eat gluten-free worldwide, and in those who believe that a gluten-free diet is healthier. In parallel with this increase, the gluten-free product market, along with the variety of gluten-free products available, is growing steadily. For this reason, businesses and academics are trying to create new gluten-free product formulas, i.e., Recipes that can replace gluten-containing products in order to meet the increasing consumer demand quantitatively and sensorily. To this end, the aim of the research is to develop a buckwheat bread formula for individuals on a gluten-free diet through sensory analysis. In this context, this study aims to determine the sensory properties of gluten-free bread, such as taste, smell, texture, and general acceptability. Sensory evaluations conducted by participants were used to determine the sensory properties of different buckwheat bread formulations. The results to be obtained will contribute to the development of a more satisfying and nutritious bread formula for those on a

gluten-free diet and to the introduction of such products to the market. This research focuses on the development of a bread formula prepared using buckwheat grains, which is sensorially close to gluten-containing breads, and introducing it to gastronomy. Every passing day, researchers develop new gluten-free product recipes, and these recipes offer innovative options for those on a gluten-free diet. The buckwheat gluten-free bread formula presented by this study, with different components from other gluten-free bread formulas and improvements in sensory properties, makes an important and original contribution to the literature. The final gluten-free bread formula resulting from this research will provide a healthier nutritional alternative for individuals on a gluten-free diet while also contributing theoretically to the field of food science.

In addition, the detailed examination of both sensory properties and nutritional values of different bread formulas shows the study's novel contribution to the field. The study focused on the combined evaluation of these two important factors, which are often overlooked but extremely significant in the formula development processes in the food industry. In particular, the meticulous examination focused on how the sensory properties and nutritional content of bread types change with the variation of various ingredients or adjustment of their amounts. This is important for optimizing food product formulas and developing products that are more suitable for the health and taste preferences of consumers. In addition, this study emphasizes the importance of using modern technology for detailed analysis of nutritional values. The use of nutritional analysis programs such as BeBiS allows for more accurate and precise determination of nutritional values of food products. This contributes to the establishment of a scientific basis for the development of new products and the improvement of existing ones.

In conclusion, this study provides important information about the methods and approaches that can be applied in the development process of basic food products like bread, both from an academic and industrial perspective.

Factors inhibiting adherence to a gluten-free diet and solution suggestions

Treatment for celiac disease is a strict, lifelong gluten-free diet. This diet is complex and can be challenging. Identifying factors that influence adherence to a gluten-free diet is important for improvement. Availability, cost, and product labelling are the main barriers to adherence to a gluten-free diet. Better awareness, improved labelling, and revenue support are needed to assist patients (MacCulloch & Rashid, 2014).

In addition, while gluten-free products are easily accepted by people who have been gluten sensitive since childhood, the acceptance of gluten-free bread is more difficult for adults diagnosed with gluten sensitivity later in life (Šmídová & Rysová, 2022).

The sensory properties of commercially available gluten-free products are not at the same level as those containing gluten (Naqash et al., 2017). People with celiac disease report that the supply of sensory-friendly foods is restricted and that products available on the market are often expensive, which makes the diet monotonous (Araujo et al., 2010). Gluten-containing products are generally perceived to be more palatable in terms of taste, aroma, and texture than gluten-free products, and are less costly.

Another factor that prevents compliance with a gluten-free diet is the lack of knowledge about them among market, canteen, and restaurant employees. Standardized training for staff in schools, camps, and restaurants is especially necessary to protect children from accidental gluten exposure. This will help children integrate with their peers and improve their quality of life (MacCulloch & Rashid, 2014). People with celiac disease have difficulty eating outside of home due to the lack of societal awareness (Araujo et al., 2010). Eating outside the home is a significant problem for those on a gluten-free diet. Calling the restaurant in advance to review the menu and eating outside during off-peak hours can help solve this problem.

Campagna and others(2020) according to the, people on a gluten-free diet may be at risk of social exclusion due to the constant need to engage others to ensure that the food is gluten-

free. The strict dietary requirement that restricts spontaneity may lead others to perceive an individual as wanting to eat differently out of fear of refusing hospitality. In addition, the patient's lack of awareness of possible contamination from hidden sources of gluten and cross-contamination with gluten is a significant concern.

Thompson et al. (2021) according to the results of the study evaluating gluten cross-contact, gluten-free foods can come into cross-contact when cooked in fryers shared with wheat products. Celiac consumers are advised to avoid foods cooked in shared fryers. It is impossible for a consumer on a gluten-free diet to know how much gluten is in fryer oil and French fries. Shared trays, ladles, and fryer baskets in places where gluten-free products are produced are possible sources of cross-contact.

Additionally, people on a gluten-free diet have difficulty describing their condition. For those on a gluten-free diet: "I am on a medically necessary diet." Phrases such as "I have a severe reaction to wheat" or "I am allergic to wheat" should be used. The terms "autoimmune disease", "celiac disease," and "gluten" should be avoided (Parrish, 2006).

In addition to these, traveling, staying at accommodation establishments, and eating in establishments that provide mass catering services are great risks for people with gluten-free diets. In addition, there are significant obstacles to people with special diets participating in tourism activities, especially gastronomy tourism. The limited availability of gluten-free foods in hotel establishments' F&B menus, airline companies' catering menus, and food and beverage establishments' menus in tourism destinations, and the presence of cross-contamination negatively affect the decision of people with gluten-free diets to travel. For this reason, special gluten-free product production and service areas that do not pose a risk of cross-contamination can be established in airlines, accommodation, and food and beverage establishments; gluten-free menus can be created; and kitchen and service personnel can be trained on gluten-free diets. Such practices and similar ones can positively affect the decision of people with gluten-free diets to travel and their desire to eat out.

In addition, hotels must guarantee a wide range of products on their menus to meet the different dietary requirements of customers and reduce possible risks. The main risk reduction strategies consist of following the protocol to prevent cross-contamination and providing the customer with information regarding food processing. In addition, another important measure is that gluten-free meals are completely safe for the customer. For this purpose, specific certifications and regulations at national and international levels should be created in tourism establishments that reduce the risk and facilitate the decision-making process for tourists with a gluten-free diet (Moraleda et al., 2021).

Factors that improve adherence to a gluten-free diet

The availability of substitute flours for gluten-containing flours, including buckwheat flour, sorghum, sorghum starch, and teff flour; the use of seed, legume, and nut flours in the production of bakery products; consumer-informing and allergen-warning food labeling systems; consumers' easy access to a wide range of products with the ever-growing gluten-free product market; the sale of gluten-free products in e-commerce marketplaces; and technological developments can be summarized as elements that make a gluten-free diet easier. Some of these elements are explained below:

New Labeling Laws: The Turkish Food Codex Food Labeling and Consumer Information Regulation entered into force on January 26, 2017. With this regulation, if a manufacturing business uses any of the allergenic foods (milk, eggs, soybeans, peanuts, fish, wheat, etc.), these products must be clearly stated in the ingredients section of the food packaging. For example, food packaging label descriptions, as ingredients: salt, water, sugar, wheat flour (contains gluten) help those on a gluten-free diet.

Gluten Sensor: Nima, shown in Figure 1, consists of a 3-inch-long sensor and single-use capsules containing test strips loaded with proprietary anti-gluten antibodies. To detect gluten in food, individuals place a pea-sized sample into the capsule. Screwing on the cap grinds the sample and then mixes it with an extraction buffer. The resulting solution then passes on to the test strip, which is read by an optical sensor. The sensor output is a binary result of “Gluten detected” (shown as a wheat symbol) or “Gluten not detected” (shown as a smiley face). Nima has high sensitivity to detect gluten at levels of 20 ppm or higher (Benjamin et al., 2019).

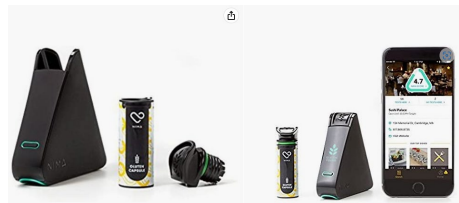


Figure 1 Gluten sensor

Availability and Easy Accessibility of Gluten-Replacement Flours: Nowadays, many businesses produce gluten-free products. These businesses use whole grain flours (buckwheat, rice flour, sorghum, millet, quinoa, etc.) instead of starch flour.

Benefits of a gluten-free diet

The only treatment for patients diagnosed with celiac disease is a gluten-free diet. A gluten-free diet repairs the intestines of celiac patients and can also treat some extraintestinal symptoms (Lerner et al., 2019). Beuthin et al.(2020)According to the, migraines are a common condition in celiac disease and are usually improved by a gluten-free diet. Patients with migraines who switch to a gluten-free diet and are diagnosed with celiac disease are likely to experience less severe migraine pain. The benefit of dietary changes or a gluten-free diet for people who have migraines but are not diagnosed with celiac disease has not been well established.

Sampedro et al. (2019), although it was stated that a gluten-free diet has a healing effect on improving behavior in children with autism, Batarseh et al. (2022) and Lange et al.(2015) state that studies evaluating the effectiveness of a gluten-free and casein-free diet in the treatment of autism are insufficient, limited, flawed, and not suitable for definitive conclusions.

Evaluation of dietary gluten avoidance in healthy individuals

Consumption of gluten-free products is becoming a dietary habit in society as a whole. The unscientific, unfounded perception that avoiding gluten will improve health or that gluten is toxic to humans is driving unnecessary medical adherence to a gluten-free diet. (Cabanillas, 2020).

The gluten-free diet has also begun to be implemented by many people who are trying to lose weight or who see it as a trendy lifestyle. However, since gluten-free products contain more starch, fat, etc., consumption of these products can even cause weight gain unless bakery products are replaced with vegetables, fruits, etc. A gluten-free diet is not the right diet choice for individuals unless an appropriate medical diagnosis is made.

Some gluten-free food items can trigger serious allergic reactions and anaphylaxis. For example, food anaphylaxis can occur from buckwheat and quinoa (Khairuddin & Lasekan, 2021). Choosing a gluten-free diet without a medical diagnosis leads to increased food costs (Khairuddin & Lasekan, 2021; Sampedro et al., 2019), decreased fiber consumption, decreased mineral and vitamin consumption, including calcium, magnesium, zinc, vitamin B12, folate, and vitamin D, and exposure to hydrogen, saturated fatty acids, and arsenic. In addition, since substitutes in the gluten-free diet usually contain very little fiber, gluten-free dieters are at high risk for constipation. Therefore, adopting a gluten-free diet without a diagnosis is risky (Sampedro et al., 2019).

In conclusion, there are significant differences between gluten-free and gluten-containing diets. This can be a nutritional concern for those with celiac disease, but it can also be a problem for those without celiac disease who are trying to lose weight or who think that this type of diet is healthier (Miranda et al., 2014).

Gluten-free gastronomy applications

The increase in the number of people on a gluten-free diet worldwide has also increased research in this area. Some of these studies are:

Silva et al. (2022) have produced a gluten-free ice cream cone using black-eyed pea flour. In this study, black-eyed pea and rice flour were evaluated in terms of their suitability as alternatives to wheat in the production of ice cream cones (ICB). Thus, the developed gluten-free ice cream cone has become an alternative to wheat-based ones.

Bissar et al. (2022) produced gluten-free macaroni from carob fruit and sorghum and determined their quality parameters. In this study, no fresh or dry gluten was detected in macaroni to which 5%, 10%, and 15% carob flour was added. The production and marketing of gluten-free varieties of food products, such as macaroni, will increase the variety of foods for people with celiac disease.

Muller et al. (2021) demonstrated the possibility of preparing gluten-free cupcakes by using germinated red rice grains, catering to consumers looking for alternative products due to health concerns. The development and inclusion of new products in the field of gastronomy serve market niches and can respond to the increasing consumer demand for gluten-free food (Silva et al., 2022).

Gul et al. (2021) developed a gluten-free biscuit formula using red beet flour. In this study, red beet powder (KPT) was used in the production of gluten-free biscuits to diversify and enrich gluten-free diet products. Red beet powder was added to a gluten-free flour mixture consisting of potato starch, corn starch, chickpea flour, corn flour, and rice flour in certain proportions. It was determined that gluten-free biscuits containing red beet powder contained higher levels of dietary fiber and protein.

Ceylin et al. (2021) have developed a gluten-free cookie formula based on carob flour. Using a recipe combining carob flour with hazelnut flour, gluten-free cookies have been produced to enhance diet diversity for individuals with celiac disease.

Şimşek et al. (2020) prepared kazandibi in a formula that can be consumed by celiac patients. The sensory analysis of the kazandibi dessert made using coconut milk and rice flour was conducted with trained panelists and consumers. The form that the panelists liked the most was made into a standard recipe, and gluten-free kazandibi was introduced to gastronomy.

Drub et al. (2021) have indicated that there is an increasing demand for new Gluten-free (GF) bread varieties. Therefore, in his study aimed at evaluating the potential of whole grain flours (rice, sorghum, millet, amaranth, buckwheat, and quinoa) to produce GF leavened rolls, he prepared GF bread in the form of rolls. By replacing the flour-starch base with whole grain flour, the fibre content of the rolls he made was increased by 2 to 5 times, and the protein content up to 2 times. Therefore, the production of gluten-free whole grain rolls is promising and contributes to meeting the sensory and health needs of consumers on a gluten-free diet.

Komeroski et al. (2021) produced gluten-free breads using whey protein and mixed flours and measured their effect on quality parameters. Loaves with added whey protein showed technological quality similar to wheat bread.

Yilmaz et al. (2020) developed gluten-free cornbread enriched with anchovy flour. Sensory and textural evaluations of gluten-free cornbread enriched with anchovy flour were also found to be highly acceptable.

Method

Purpose of the study

The research sought to answer the question regarding the development of a standard recipe for buckwheat grain bread for individuals on a gluten-free diet, its evaluation in terms of sensory acceptability, and how this product can be introduced to gastronomy. In this context, this study aimed to develop a standard recipe for buckwheat grain bread through sensory analysis, which can be consumed by people who prefer a gluten-free diet, and to introduce it to the field of gastronomy. In addition, the production and marketing of gluten-free varieties of bakery products such as bread, increasing the food variety for people on a gluten-free diet, evaluating the sensory acceptability of the product, and standardizing the gluten-free bread formula are the main objectives of the study.

Materials and methods

Ethical Approval: Ethical approval numbered E-26428519-044-70935 was received from Sakarya University of Applied Sciences Ethics Committee on 02.01.2023 for the conduct of the research. In addition, before starting to develop the food product, an informed consent form was obtained from the panelists, consisting of Sakarya University Faculty of Engineering, Food Engineering, and Sakarya University Faculty of Tourism, Gastronomy and Culinary Arts faculty members.

Preparations: A literature review was conducted to obtain scientific data on the formulation of gluten-free bread. Data were collected on the various available formulas and the function of the ingredients involved in gluten-free baking.

Raw Material Supply: Buckwheat grain, quinoa, flaxseed, rock salt, cold-pressed olive oil, and granulated sugar were supplied from local retailers in Yalova city, considering these ingredients' acceptability to gluten-free consumers. All ingredients were purchased after analyzing their economic costs and general acceptability.

Pre-standardization: Various trials were conducted to obtain a product with the desired acceptability. Different proportions of buckwheat grain, flaxseed, quinoa, and psyllium were used in various trials. General acceptance was noted.

Standardization: Standardization of a recipe helps in achieving the same yield and taste when the recipe is prepared with the same procedure, equipment, and quantity of ingredients. This also helps in preventing wastage and providing consistent nutritional value per serving (Laddha et al., 2021). The standardized recipe was formulated after conducting various trials.

Standardized recipe ingredients are: buckwheat grains, flaxseed, quinoa flour, psyllium (cauliflower powder), cold-pressed olive oil, rock salt, and water. In addition, the rules regarding properly sterilized production areas and tools and equipment that do not come into contact with wheat flour have been followed for the gluten-free formula.

Birinci Ekmek	İkinci Ekmek	Üçüncü Ekmek	Dördüncü Ekmek
320	134	245	496
			
625	368	129	712

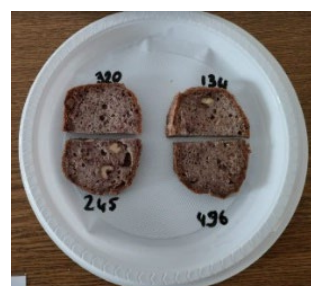


Figure 2 Views of buckwheat grain bread presented to the panelists

Determination of Panelists: Semi-trained panelists consisted of 15 faculty members from Sakarya University, Department of Food Engineering, and Sakarya University of Applied

Sciences, Department of Gastronomy and Culinary Arts, who had previously participated in sensory evaluations to provide data for academic articles many times.

Sensory Evaluation: Sensory evaluation was carried out in the testing area located at the Faculty of Engineering, Sakarya University, and the Faculty of Tourism, Sakarya University of Applied Sciences, which has a well-lit, comfortable seating area and drinking water facilities.

Panelists were asked to drink water between samples to avoid confusion regarding bread tastings. Breads were evaluated in terms of crust (appearance, color, thickness), crumb (appearance, color, porosity, elasticity), taste, odor, chewiness, and general liking criteria. A five-point hedonic scale (1: Very bad; 2: Bad; 3: Neither liked nor disliked; 4: Good; 5: Very good) was used in product evaluation. Panelists were coded as "P" and numbered from 1 to 15. Bread was prepared using four formulas. Each loaf was numbered with three-digit codes. In addition, the bread codes in the first panel (1. Bread- 320, 2. Bread- 134, 3. Bread- 245, 4. Bread- 496) and the bread codes in the second panel (1. Bread- 625, 2. Bread- 368, 3. Bread- 129, 4. Bread- 712) were prepared differently.

Statistical Analysis and Findings: Measurements were taken from 15 semi-trained panelists for 4 different breads, and each panelist tasted 4 different breads twice. The opinions of the same individuals were taken for four different breads. In addition, since each loaf of bread was measured twice, the study included repeated measurements. In this case, a 4x2 repeated measures ANOVA emerged. Then, a Repeated Measures ANOVA test was performed using the JAPS 0.16.4.0 statistical calculation program.

Table 1 Descriptive statistical analysis results

Bread Type	Equivalent Bread	N	Average	Standard Deviation	Standard Error	Coefficient of Variance
Bread 1	First measurement	15	3,455	0.624	0.161	0.181
	Second measurement	15	3,528	0.614	0.158	0.174
Bread 2	First measurement	15	3,283	0.510	0.132	0.155
	Second measurement	15	3,632	0.489	0.126	0.135
Bread 3	First measurement	15	3,284	0.578	0.149	0.176
	Second measurement	15	3,055	0.594	0.153	0.194
Bread 4	First measurement	15	3.113	0.387	0.100	0.124
	Second measurement	15	3.173	0.649	0.168	0.205

According to the descriptive statistical analysis findings (Table 1), while the first measurement mean of the first bread is 3.45, the second measurement mean is 3.52. The first measurement mean of the second bread is 3.28, whereas the second measurement mean is 3.63. While the first measurement mean of the third bread is 3.28, the second mean is 3.05. While the mean of the first measurement of the fourth bread is 3.11, it is 3.17 in the second panel.

Table 2 Repetitive measured ANOVA

Cases	The squares Total of	sd	Mean Square	F	p	η^2
Bread Type	3,065	3	1,022	5,619	0.002	0.123
Waste values	7,637	42	0.182			
Equivalent Bread	0.121	1	0.121	0.257	0.620	0.005
Waste values	6,602	14	0.472			
Bread Type * Equivalent Bread	1,254	3	0.418	2,826	0.050	0.050
Waste values	6,211	42	0.148			

Cases	The squares Total of	sd	Mean Square	F	p	η^2
-------	-------------------------	----	-------------	---	---	----------

Note. Type III Sum of Squares

For the sensory evaluation of individuals' opinions about different types of bread, 15 semi-trained panelists tasted four distinct types of bread, twice, and measurements were taken. It was examined whether individuals' opinions about different types of bread changed according to the type of bread by taking into account the second repeated measurements (bread equivalent). For this purpose, 4*2 two-way repeated measures ANOVA was applied using JAPS 0.16.4.0 statistical calculation program. According to the analysis findings, the main effect of bread type was found to be statistically significant, ($F(3, 42) = 5.62, p = .002$), while the main effect of bread equivalent, i.e., time, was not found to be statistically significant ($F(3, 42) = 0.257, p = .62$). In addition, the interaction effect between bread type and equivalent was not found to be statistically significant ($F(3, 42) = 2.826, p = 0.05$). The findings show that there is an independent significant effect of bread type, but no independent effect of time and no interaction between type and time. The relevant findings are presented in Table 2 above.

Since the findings suggest that the opinions of individuals differ significantly according to the type of bread, a post hoc analysis was conducted to examine the differences between them. The Bonferroni method was selected for the post-hoc analysis, and a significant difference was found based on the averages in favor of the second bread during the second measurement (second panel) compared to the third bread ($t = 3.89, p = .006$). There was no significant difference in terms of the opinions of individuals among the other breads. The postdoctoral analysis results are presented in Table 3.

Table 3 Post hoc testing

Post Hoc Comparisons- Bread Type* Equivalent Bread					
	Mean Difference	SE	t	Pholm	
Bread 1, First Measurement	Bread 2, First measurement	0.172	0.148	1,160	1,000
	Bread 3, First measurement	0.171	0.148	1,151	1,000
	Bread 4, First measurement	0.342	0.148	2,307	0.542
	Bread 1, Second measurement	-0.073	0.175	-0.420	1,000
	Bread 2, Second measurement	-0.177	0.181	-0.980	1,000
	Bread 3, Second measurement	0.399	0.181	2,206	0.673
	Bread 4, Second measurement	0.282	0.181	1,558	1,000
Bread 2, First Measurement	Bread 3, First measurement	-0.001	0.148	-0.009	1,000
	Bread 4, First measurement	0.170	0.148	-1.147	1,000
	Bread 1, Second measurement	-0.245	0.181	-1.355	1,000
	Bread 2, Second measurement	-0.349	0.175	-2,000	1,000
	Bread 3, Second measurement	0.227	0.181	1,256	1,000
	Bread 4, Second measurement	0.110	0.181	0.608	1,000
Bread 3, First Measurement	Bread 4, First measurement	0.171	0.148	1,156	1,000
	Bread 1, Second measurement	-0.244	0.181	-1.348	1,000
	Bread 2, Second measurement	-0.348	0.181	-1,922	1,000

	Bread 3, Second measurement	0.229	0.175	1,309	1,000
	Bread 4, Second measurement	0.111	0.181	0.615	1,000
Bread 4, First Measurement	Bread 1, second measurement	-0.415	0.181	-2.294	0.573
	Bread 2, Second measurement	-0.519	0.181	-2.869	0.151
	Bread 3, Second measurement	0.057	0.181	0.317	1,000
	Bread 4, Second measurement	-0.060	0.175	-0.344	1,000
Bread 1, Second Measurement	Bread 2, Second measurement	-0.104	0.148	-0.701	1,000
	Bread 3, Second measurement	0.473	0.148	3,188	0.055
	Bread 4, Second measurement	0.355	0.148	2,397	0.451
Bread 2, Second Measurement	Bread 3, second measurement	0.577	0.148	3,890	0.006
	Bread 4, second measurement	0.459	0.148	3,098	0.069
Bread 3, Second Measurement	Bread 4, Second measurement	-0.117	0.148	-0.791	1,000

Note. P-value adjusted for comparing a family of 28

The final bread formula created according to the research findings is given in Table 4.

Table 4 The ultimate bread formula

Material	Amount	Unit of Measurement
Buckwheat Grain	500	Gr.
This	370	ML.
Apple Cider Vinegar	15	ML.
Psyllium (Psyllium)	20	Gr.
Extra Virgin Olive Oil	20	Gr.
Chia Seeds	20	Gr.
Flaxseed	20	Gr.
Walnut Kernels	50	Gr.
Salt	8	Gr.

The Nutrition Information System (BeBiS) was used to determine the nutritional elements of the final bread formula above. BeBiS is a program that calculates the nutritional values of meal recipes and diet plans. BeBiS is scientific and professional computer software that contains more than 130 nutritional element analyses of more than 20,000 foods. It reports nutritional elements such as calories, protein, carbohydrates, fat, vitamins, minerals, amino acids, fatty acids, antioxidants, glycemic index, and ORAC contents depending on the portion and amount of the foods entered (Nutrition Information System, 2021). The nutritional values per 100 grams for the final bread are given in Table 5.

Table 5 Nutritional values of the final bread formula (*nutritional values per 100g)

Nutritional content item	Analyzed quantities/day	Recommended amounts/day	Percentage of item fulfillment (%)
Oil	66.0g	-	(26%)
Cholesterol	0.0 mg	0	0
Sodium	31095.1mg	-	1554%
Fiber	28.6g	30.0g	95%
Sugar Total	0.0g	-	-
Iron	19.1mg	15.0mg	127%
Potassium	2010.2 mg	3500.0 mg	57%

When Table 5 is examined, it is seen that the final bread meets or is close to the daily recommended amounts in terms of potassium, fiber, sugar, iron, and cholesterol, while it is high

in terms of sodium. The sodium value can be lowered by reducing the amount of salt in the final bread formula.

Discussion, conclusion, and recommendations

Bread is a basic food for humans. Gluten-containing breads pose a problem for those on a gluten-free diet. For this reason, people who prefer a gluten-free diet, whether with or without a medical diagnosis, are looking for gluten-free bread formulas that can replace the basic food, white bread, both sensory and perceptual aspects. Recently, the use of legumes, seeds, and nuts by grinding them into flours for bread-making, along with the variety and accessibility of flours such as buckwheat and sorghum, provides product diversity for consumers on a gluten-free diet. Consumer demand also increases the development of gluten-free product formulas in gastronomy. In this study, which aims to develop a gluten-free bread formula, four different bread formulas were subjected to sensory evaluations, and the nutritional values of the final bread formula were analyzed. According to the sensory evaluation results, the type of bread showed a statistically significant effect on sensory properties. However, it was determined that tasting the breads at different times and the interaction between the type of bread and time did not have a significant effect. In particular, the second bread formula received higher scores than other breads, and this formula was selected as the final bread. The nutritional values of the final bread formula were then analyzed, and the formula was found to be suitable for human health in terms of nutrients other than the high sodium content. Gluten-free breads generally have a less elastic, faster hardening, and easily crumbling structure (Šmídová & Rysová, 2022). Gluten-free products, lacking glutenin and gliadin proteins, do not provide stretching, rising, leavening, and moisturizing. This makes it difficult to achieve elasticity and fluffiness in gluten-free bread dough. Due to this difficulty, psyllium (cauliflower powder), which is 80% fiber, was used in bread formulas to develop a moist, cohesive bread formula and to maintain texture, volume, moisture, satisfactory crumb, and sensory quality. When psyllium meets water, it gelatinizes due to its fiber content, giving volume and softness to the dough we obtained from buckwheat grain. At the same time, it positively affected the texture, crust, and appearance of the bread. In light of these findings, the standardized buckwheat grain bread recipe was introduced to gastronomy.

In the study conducted by Tümer et al. (2018) on the effect of functional products on bread qualities in bread production, buckwheat is an important ingredient for the functional food industry and contains proteins with high nutritional value, significant amounts of dietary fiber, vitamins, and minerals. This study tested the final bread formula using the BeBis nutritional value analysis method. As a result of this test, it was understood that the final bread formula had 0% sugar, 0% cholesterol, 95% fiber, 100% iron, and 57% potassium content. This result supports the one obtained by Tümer et al. (2008).

These findings suggest that buckwheat-based breads may be sensory competitive with gluten-containing breads and still have high nutritional value. However, additional adjustments to the formulation and nutritional values may further improve the overall acceptability and health profile of the product.

In future studies, it is recommended to reduce the sodium level by decreasing the salt in the final bread formula obtained in this study. This will make the bread healthier. In addition, new gluten-free bread formula trials can be conducted with different ingredients to increase other nutrients and improve sensory properties. Consumer taste tests can be conducted with a larger group of participants to investigate the general acceptability and market potential of the final bread. new gluten-free bread formulas can be developed and evaluated for sensory attributes by using different gluten-free flours (almond flour, teff flour, sorghum flour, chickpea flour, coconut flour, quinoa flour, oat flour, hazelnut flour, corn flour, etc.). In addition to these suggestions, a sourdough gluten-free bread recipe can also be created.

Systematic comparison of sensory properties and nutritional values of different bread formulas provides a theoretical basis for formula development processes in gastronomy and food science. In addition, this study has shown that by using programs such as BeBiS, nutritional values of food products can be analyzed, and that these data can play an important role in formula development.

The findings of the study can help professionals working in the food sector and academics conducting research in the fields of gastronomy and food science to develop new bread formulas; that is, to develop gluten-free products. Optimizing sodium content in particular will make it possible to offer healthier products. Sensory evaluation results provide practical information to develop bread products that meet consumer demands. In addition, detailed calculation of the nutritional values of the best bread formulation contributes to the preparation of nutritional value labels of the products based on accurate and scientific principles.

As a result, the gluten-free bread formula developed with the findings of this study provides theoretical contributions to gastronomy, the literature on food and nutrition. The amounts of ingredients used in the formula and the bread-making process are explained in detail, which increases their practical usability in special nutrition applied courses in cooking programs and gastronomy departments. In addition, utilizing the BeBIS program in this study may contribute to its widespread use in calculating the nutritional values of formulations developed in gastronomy research. In this study, psyllium containing 80% fiber was used to make the bread rise and gain flexibility, and the bread was found to be sensorially satisfactory. This finding shows that research in the field of gastronomy on the use of psyllium in gluten-free formula development may contribute to the development of flexible gluten-free formulas. In this context, incorporating psyllium in future gluten-free product development research in gastronomy may lead to its widespread use in adding flexibility to gluten-free formulas.

Author contribution rates

The first and second authors each contributed 50% to the study.

Conflict of interest statement

Our article titled "Gluten-Free Product Development: Cold Fermented Buckwheat Bread" has no financial conflict of interest with any institution, organization, or person. There is also no conflict of interest between the authors.

References

- Amazon (t.y.).Nima başlangıç kiti, test kapsüllü gluten sensörü: Sağlık ve ev. https://www.amazon.com/Nima-Starter-Gluten-Sensor-Capsule/dp/B07CNVM9GM/ref=cm_cr_ar_p_d_product_top?ie=UTF8 -11.02.2025 tarihinde alınmıştır.
- Araujo, H., Araujo, W., Assunção, R., & Zandonad, R. (2010). Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. *Rev. Nutr. Campinas*, 23(3), 467-474. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732010000300014>.
- Atik, E., & Atik, E. (2023). Michelin Rehberi'nde yer alan restoranların menülerinin glutensiz beslenme kapsamında incelenmesi. *Uluslararası Türk Dünyası Turizm Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 63-81. <https://doi.org/10.37847/tdtad.1315308>.
- Batarseh, H., AbuMweis, S., Almakani, H. A. & Anderson, C. (2022). Gluten free and casein free diet for children with autism spectrum disorder: A systematic review. *Advances in Neurodevelopmental Disorders*, 6, 280-289.
- Benjamin, A. L., Lynn T., P., Yates, S. P., Andrew G.R., & Benjamin, L. (2019). Detection of gluten in gluten-free labeled restaurant food: analysis of crowd-sourced data. *The American journal of gastroenterology*, 114(5), 792-797. <https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000000202>.

- Beslenme Bilgi Sistemi (2021). 20000 besinin veri bankası. <https://bebis.com.tr/anasayfa-11.02.2025 tarihinde alınmıştır..>
- Beuthin, J., Veronesi, M., Grosberg, B. & Evans, R. (2020). Gluten-Free diet and Migraine. American Headache Society. Headache, 60, 2526-2529. <https://doi.org/10.1111/head.13993>.
- Bissar, S. & Özcan, M. (2022). Determination of quality parameters and Gluten free macaron production from carob fruit and sorghum. International Journal of Gastronomy and Food Science, 27,1-7. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100460>.
- Cabanillas, B. (2020). Gluten-related disorders: Celiac disease, wheat allergy, and nonceliac gluten sensitivity. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 60(15), 2606-2621. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1651689>.
- Campagna, G., Tatangelo, R., Fratta, I., Rizzuto, A., Ballerini, P., Cocco, D., Savi, S., Rotunno, A., Rotunnu, P. F., Speranza L., Franceschelli, S., Grilli, A., & Pesce, M. (2020). Insights in the Evaluation of gluten dietary avoidance in healthy subjects. Journal of the American College of Nutrition, 39(2), 178-186. <https://doi.org/10.1080/07315724.2019.1631902>
- Ceylan, V., & Muştu, Ç. (2021). Keçiyoynuzu unu bazlı glutensiz kurabiye formülasyonu geliştirilmesi. Aydın Gastronomy, 5(1), 1-12.
- Czaja-Bulsa, G. (2015). Non coeliac gluten sensitivity e a new disease with gluten intolerance. Clinical Nutrition, 34 (2), 189-194. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.08.012>.
- Dhruva, V., Lawson, C., Green, C., & Newberry, C. (2021). The gluten free diet and its relationship with metabolic syndrome: Dietary friend or foe? Current Nutrition Reports, 10, 282–287. <https://doi.org/10.1007/s13668-021-00371-3>.
- Drub, T., Dos Santos, F., Centeno, A. & Capriles, V. (2021). Sorghum, millet and pseudocereals as ingredients for gluten-free whole-grain yeast rolls . International Journal of Gastronomy and Food Science, 23, 100293. doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100293.
- Estévez, V., & Araya, M. (2016). Gluten-free diet and gluten-free foods. Rev Chil Nutr, 43(4,) 428-433.
- Grazyna , C., & Grazyna, B. (2014). Non coeliac gluten sensitivity e a new disease with gluten intolerance. Elsevier, 34, 189-194. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2014.08.012>.
- Gül, H., Hayit, F., Özer, B., & Sultan, A. (2021). Kırmızı pancar ununun glutensiz bisküvi üretiminde kullanılması. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 9(4), 1166-1173. <http://dx.doi.org/10.21923/jesd.922900>.
- Khairuddin, M., & Lasekan, O. (2021). Gluten-free cereal products and beverages: A review of their health benefits in the last five years. Foods, 10(11), 1-14. <https://doi.org/10.3390/foods10112523>.
- King, J., Kaplan, G., Godley, J. (2019). Experiences of coeliac disease in a changing gluten-free landscape. J Hum Nutr Diet, 32, 72-79. <https://doi.org/10.1111/jhn.12597>.
- Komerovski , M., Homen, R., Schmidt, H., Rockett, F., Lira, L., Kist, D., & Oliveira, V. (2021). Effect of whey protein and mixed flours on the quality parameters of Gluten-free breads. International Journal of Gastronomy and Food Science, 24, 1-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100361>.
- Laddha, A., Deshpande, P., More, Ş., & Hedao, R. (2021). Formulation, Overall Acceptability, Nutritive Value Assessment of Gluten-free, Vegan bread and Comparison with Contemporary Gluten-free Bread. Journal of Pharmaceutical Research International, 33(35A), 186-196. <http://dx.doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i35A31888>.
- Lange, K., Hauser, J., & Reissmann, A. (2015). Gluten-free and casein-free diets in the therapy of autism. Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care, 18(6), 572-575. <https://doi.org/10.1097/mco.0000000000000228>.
- Lerner, A., O'Bryan, T., & Matthias, T. (2019). Navigating the Gluten-free boom: The dark side of gluten free diet, Frontiers in Pediatrics, 7, 1-7. <https://doi.org/10.3389/fped.2019.00414>.
- MacCulloch, K., & Rashid, M. (2014). Factors affecting adherence to a gluten-free diet in children with celiac disease. Paediatrics & Child Health, 19(6), 305-309. <https://doi.org/10.1093/pch/19.6.305>
- Miranda, J., Lasa, A., Bustamante, M., Churrua, I., & Simon , E. (2014). Nutritional differences between a gluten-free diet and a diet containing equivalent products with Gluten. Plant Foods for Human Nutrition, 69(2), 182-187. <https://doi.org/10.1007/s11130-014-0410-4>.

- Moraleda, L.F., Mazon, A.M., Rincon, C. S., & Giner, A. O. (2021). Defining risk reduction strategies for tourists with specific food needs: a qualitative approach. *British Food Journal*, 124(2), 590-612. <http://dx.doi.org/10.1108/BFJ-04-2021-0398>.
- Müller, C., Hoffmann, J., Ferreira, C., Diehl, G., Rossi, R., & Ziegler, V. (2021). Effect of germination on nutritional and bioactive properties of red rice grains and its application in cupcake production. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25, 1-8. <https://doi.org/10.1016/J.IJGFS.2021.100379>.
- Naqash, F., Gani, A., & Masoodi, F. (2017). Gluten-free baking: Combating the challenges. A review. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 98-107. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.004>.
- Parrish, C. (2006). Gluten-free dining out: Is it safe? *The Celiac Diet*, 3, 61-68.
- Rees, D., Holtrop, G., Chope, G., Moar, K., Cruickshank, M., & Hoggard, N. (2018). A randomised, double-blind, cross-over trial to evaluate bread, in which gluten has been pre-digested by prolyl endoprotease treatment, in subjects self-reporting benefits of adopting a gluten-free or low-gluten diet. *British Journal of Nutrition*, 119(5), 496-506. <https://doi.org/10.1017/S0007114517003749>.
- Sampedro, A., Olenick, M., Maltseva, T., & Flowers, M. (2019). A gluten-free diet, not an appropriate choice without a medical diagnosis. *Hindawi Journal of Nutrition and Metabolism*, 1, 1-5. <https://doi.org/10.1155/2019/2438934>.
- Silva, C., Greiner, R., Marinho, L., Alves, A., Cardoso, L., Maciel, L., & Almeida, D. (2022). Development of a Gluten-free ice cream basket alternative using cowpea flour (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), rice flour (*Oryza sativa*) and crude palm oil (*Elaeis guineensis* Jacq.). *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 28, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100431>.
- Šmídová, Z., & Rysová, J. (2022). Gluten-free bread and bakery products technology. *Foods*, 11(3), 1-18. <https://doi.org/10.3390/foods11030480>.
- Southgate, A., Scheuer, P., Martelli, M., Menegon, L., & Francisco, A. (2017). Quality properties of a gluten-free bread with buckwheat. *Journal of Culinary Science & Technology*, 15(4), 339-348. <http://dx.doi.org/10.1080/15428052.2017.1289134>.
- Şimşek, A., Güleç, E., & Usta, S. (2020). Gastronomik ürün çeşitlendirme kapsamında veganlar ve çölyak hastaları için ürün geliştirme: Kazandibi. *Uluslararası Türk Dünyası Turizm Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 51-59. <https://doi.org/10.37847/tdtad.698196>.
- Thompson, T., Lyons, T., Keller, A., Jaffe, N., & Emerson-Mason, L. (2021). Gluten-free foods cooked in shared fryers with wheat: A pilot study. Assessing Gluten Cross Contact. *Front. Nutr*, 8, 1-5. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.652039>.
- Tümer, E., & Özer, S. (2018). Bazı fonksiyonel ürünlerin glutensiz ekmek üretiminde ekmek nitelikleri üzerine etkisi. *Ç.Ü. Fen ve mühendislik Bilimleri Dergisi*, 36 (6), 79-88.
- Yılmaz, V., & Koca, İ. (2020). Development of gluten-free corn bread enriched with anchovy flour using TOPSIS multi-criteria decision method. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 1-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.10028>.

Glutensiz ürün geliştirme: Karabuğday taneli soğuk fermente ekmek

Gülsüm Yurtseven¹ , Gülçin Özbay² 

¹Yalova Üniversitesi, Yalova Meslek Yüksek Okulu, Aşçılık Programı, Yalova, Türkiye; ²Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Sakarya, Türkiye.

ÖZET

Dünya çapında Glutensiz beslenmeye uygun gıda ürünlerine olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Bu Glutensiz ürünleri çoğunlukla çölyak, Gluten alerjisi ve Gluten hassasiyeti olan bireyler tercih etmektedir. Glutensiz beslenen bu insanlar özellikle günlük beslenmesinin önemli ve temel besini olan ekmeğin Glutensiz formülünü satın almakta ya da kendisi Glutensiz ürünler yapmaktadır. Ayrıca buğday, viskoelastik bir hamur geliştirebilen tek tahıl olduğundan, Gluten yokluğunda ekmek yapımı teknolojik bir zorluk haline gelmektedir. Bu nedenle somun ekmeğe duysal olarak ikame olabilecek Glutensiz ekmek formülüne yani reçetelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, Glutensiz ekmeğin duysal özelliklerini iyileştirmek amacıyla Glutenin içeren buğday unu yerine Gluten içermeyen karabuğday tane ve hamurun stabilitesini ve elastikiyeti sağlamak için katkı maddelerinin (karniyarik otu) kullanımı tartışılmaktadır. Bu araştırmanın amacı ise karabuğday tane ve psyllium (karniyarik otu) kullanılarak Gluten içeren ekmeklere ikame Glutensiz bir ekmek formülü geliştirmektir. Bu amaç doğrultusunda Glutensiz ekmeğin hem evde yapılabilecek hem de ticari amaçlı üretilebilecek şekilde standart reçetesi hazırlanmıştır. Öncelikle farklı formülde 4 çeşit ekmek yarı eğitimli akademisyen panelistlere tadımlatılarak duysal veriler elde edilmiştir ve bu veriler tablolastırılmıştır. Daha sonra JAPS 0.16.4.0 istatistik hesaplama programı kullanılarak tekrarlı ölçümlü Anova testi(Repeated Measures Anova) yapılmıştır. Bulgular ekmek türüne göre bireylerin görüşlerinin anlamlı bir farklılık göstermesi sebebiyle ekmek türleri arasındaki farklılıkları incelemek için post-doc analizi yapılmıştır. Post-doc analizi için Bonferonni yöntemi seçilmiş ve ekmeklerin genel ortalamalarına göre ikinci ekmek üçüncü ekmekten ikinci ölçümde (ikinci panelde), ikinci ekmeğin lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($t = 3.89$, $p = .006$). Diğer ekmeklerin arasında ise bireylerin görüşleri açısından anlamlı bir farklılık yoktur. Duysal analiz bulguları neticesinde lehine farklılık tespit edilen 2 numaralı ekmek formülü gastronomiye kazandırılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER

Glutensiz beslenme, çölyak, glutensiz gastronomi, glutensiz ekmek, gastronomi turizm engelleri.

Giriş

Dünya genelinde Glutensiz beslenmeyi tercih edenler genellikle Glutene bağlı hastalık yaşayan insanlardır. Glutene bağlı hastalıklar, bağışıklık sisteminin aracılık ettiği Glutene karşı olumsuz tepki olarak tanımlanmaktadır (Cabanillas, 2020). Bugüne kadar Gluten tüketimi ile pek çok hastalık arasında ilişki kurulmuştur. Bu hastalıklar kendi içinde farklı sınıflara ayrılır. Balsa (2015) Glutenle ilgili hastalıkları; *alerjiler* (gıda alerjisi, anafilaksi, buğdaya bağlı egzersize bağlı anafilaksi, fıncı astımı, kontakt dermatit), *otoimmün hastalıklar* (çölyak hastalığı, dermatitis herpetiformis, Gluten ataksisi) ve *immün olması muhtemel hastalıklar* olarak sınıflandırmaktadır.

Çölyak hastalığı, Gluten alımından kaynaklanan bağırsak hasarına neden olan otoimmün bir hastalıktır (King vd., 2019). Çölyak hastalığının tedavisi temelde Glutensiz diyetdir (Araujo vd., 2010; Southgate vd., 2017). Glutensiz diyet buğday, çavdar, arpa, yulaf ve bunların türevlerinde bulunan protein bileşenlerini tanımlamak için kullanılan bir terim olan Glutenin beslenmeden çıkarılmasıyla yapılmaktadır (Araujo vd., 2010). King vd. (2019) çölyak hastalığıyla yaşayan insanların Glutensiz endüstrinin büyümesini "iki ucu keskin bir kılıç" olarak deneyimlediklerini aktarmıştır. Bir yandan çölyak hastaları daha lezzetli Glutensiz alternatifler sundukları için

Glutensiz endüstriye şükran duysalar da diğer taraftan çölyak hastası olmayan insanların Glutensiz diyet yapması nedeniyle çölyak hastalığının ciddiyeti hakkında yanlış anlaşılmalara maruz kalmaktadırlar.

Gluten alerjisi ise, Gluten proteinlerine karşı ancak bunlarla sınırlı olmamak kaydıyla çeşitli buğday proteinlerine karşı da immunoglobulin e (IgE: Vücut bir alerjik maddeye temas ettiğinde, salgılanan antikor) aracılı bir bağışıklık tepkisi olarak tanımlanmaktadır. Buğday alerjisinin yaygınlığı her yaş grubunda görülebilmektedir (Cabanillas, 2020). Glutensiz beslenme, çölyak hastalığı, buğday alerjisi için tedaviyi temsil etmektedir (Estévez ve Araya, 2016).

Son olarak Gluten İntoleransı (çölyak dışı Gluten duyarlılığı) ise; Glutensiz beslenmeyi daha sağlıklı beslenme olarak algıladığı için Glutensiz beslenen bir gruptur. Bu grup Glutensiz ürün pazarını değiştirebilecek ve Glutensiz ürünlerin varlığını ve sürekliliğini pozitif etkileyecek kadar artmış durumdadır (Estévez ve Araya, 2016). Ayrıca son birkaç yılda, Gluten intoleransının, yukarıda belirtilen hastalıkların hiçbirinden muzdarip olmayan insanları da etkileyebileceğini kanıtlayan birkaç çalışma sonucu yayınlanmıştır. Yeni sendrom, çölyaksız Gluten duyarlılığı veya Gluten duyarlılığı olarak adlandırılmıştır. Son zamanlarda Glutensiz diyetin benimsenmesi, "daha sağlıklı bir diyet seçimi" ile ilişkili olduğu için çölyak hastalığı olmayan bireylerde önemli ölçüde popülerlik kazanmıştır (Grazyna ve Grazyna, 2014).

Dhruva ve diğerlerine (2021) göre, bir Glutensiz diyeti uygulama, çölyak hastalığı gibi Gluten ile ilgili bir bozukluğu olanlarda uygundur, ancak çölyak dışı olanlarda daha az desteklenmektedir. Kilo verme, hipertansiyon ve insülin direnci gibi faktörlerde, çölyak tanısı olmayan hastalarda Glutensiz diyet ile hastalık süreçlerindeki olumlu sonuçları ilişkilendirmek için yetersiz kanıtlar vardır. Glutensiz diyetin insülin direnci açısından insanlara bazı faydaları olabilmektedir. Bununla birlikte, kafa karıştırıcı önyargılar ve küçük çalışma örneklemi, kesin sonuçlar çıkarmayı zorlaştırmaktadır.

Çölyak hastaları Gluteni diyetlerinden kalıcı olarak çıkarmak zorundayken, literatür, Gluten duyarlılığından muzdarip olduğunu iddia eden birçok kişinin, buğdayın diğer bileşenlerine duyarlı olmaları mümkün olsa da aslında Glutene karşı gerçek bir duyarlılığa sahip olmayabileceğini göstermektedir (Sampedro vd., 2019). Alternatif olarak, bu bireyler Glutensiz beslenmeyi benimsemeye başladığında bir neofobi(bilinmeyen şeylerden kaçınma)/neofili(yeni olana ilgi duyma)etkisinden bahsedilebilir. Bununla birlikte, bu kişilerin çoğunluğu tıbbi bir temeli olmaksızın Glutensiz beslendiği muhtemeldir.

Ancak; yalnızca çölyak teşhisi konan hastalarda, ömür boyu katı bir Glutensiz diyet uygulanmalıdır ve buğday alerjisi olan hastalar, herhangi bir biçimde buğday maruziyetinden kaçınmalıdır. Çeşitli bilimsel ilerlemelere rağmen, çölyak dışı Gluten duyarlılığının, bilim camiasında bağımsız bir klinik varlık olarak sınıflandırılması hususunda tam bir fikir birliğine varılamamıştır (Cabanillas, 2020; Rees vd., 2018).

Sonuç olarak; Glutensiz beslenme, buğday, arpa ve çavdar gibi tahıllardan türetilen ürünleri içermeyen bir diyet anlamına gelmektedir (Atik ve Atik, 2023). Son zamanlarda dünya geneline hem Glutensiz beslenmek zorunda olan kişilerin hem de Glutensiz beslenmenin daha sağlıklı olduğuna inanan kişilerin sayısında artış yaşanmaktadır. Bu artış paralelinde Glutensiz ürün pazarı her geçen gün büyümekte ve pazardaki Glutensiz ürün çeşitliliği artmaktadır. Bu nedenle artan tüketici talebini niceliksel ve duyusal olarak karşılamak için işletmeler ve akademisyenler Glutenli ürünlere ikame olabilecek yeni Glutensiz ürün formülleri yani reçeteleri oluşturmaya çalışmaktadır. Bu doğrultuda araştırmanın amacı, Glutensiz beslenen bireyler için karabuğday ekmeği formülünün duyusal analiz yoluyla geliştirilmesidir. Bu kapsamda, Glutensiz ekmeğin tat, koku, doku ve genel kabul edilebilirlik gibi duyusal özelliklerinin belirlenmesi hedeflenmektedir. Katılımcılar aracılığıyla gerçekleştirilecek duyusal değerlendirmeler, farklı karabuğday ekmeği formüllerinin duyusal özelliklerini belirlemek için kullanılmıştır. Elde edilecek sonuçlar, Glutensiz beslenenler için daha tatmin edici ve besleyici bir ekmeğin formülünün geliştirilmesine ve bu tür ürünlerin pazara sunulmasına katkı sağlayacaktır. Bu araştırma, karabuğday tanelerinin

kullanımıyla hazırlanan ekmeğin duyusal olarak Glutenli ekmeklere yakın ekmek formülünün geliştirilmesine ve gastronomiye kazandırılmasına odaklanmaktadır. Her geçen gün, araştırmacılar yeni Glutensiz ürün reçeteleri geliştirmekte ve bu reçeteler farklı formüllerle Glutensiz beslenenler için yenilikçi seçenekler sunmaktadır. Bu çalışmanın ortaya koyduğu karabuğday taneli Glutensiz ekmek formülünün, diğer Glutensiz ekmek formüllerinden farklı içerik bileşenlerinden oluşması ve duyusal özelliklerde iyileştirmeler sunması alanyazına önemli ve özgün bir katkı sağlamaktadır. Bu araştırma sonucunda elde edilen nihai Glutensiz ekmek formülü, glutensiz diyet uygulayan bireyler için daha sağlıklı bir beslenme alternatifi sunarken, gıda bilimi alanında da teorik katkı sağlayacaktır.

Ayrıca bu çalışmada, farklı ekmek formüllerinin hem duyusal özellikleri hem de besin değerlerinin detaylı bir şekilde incelenmiş olması araştırmanın özgündeğerini göstermektedir. Çalışma, gıda endüstrisindeki formül geliştirme süreçlerinde genellikle göz ardı edilen ancak son derece önemli olan bu iki önemli faktörün bir arada değerlendirilmesine odaklanmıştır. Özellikle, ekmek türlerinin duyusal özelliklerinin ve besin içeriğinin, çeşitli bileşenlerin değiştirilmesi veya miktarlarının ayarlanmasıyla nasıl değiştiği titizlikle incelenmiştir. Bu, gıda ürünlerinin formüllerinin optimize edilmesi ve tüketicilerin sağlık ve tat tercihlerine daha uygun ürünlerin geliştirilmesi açısından önemlidir. Ayrıca, bu çalışma, besin değerlerinin detaylı analiz edilmesi için modern teknolojinin kullanılmasının önemini vurgulamaktadır. BeBiS gibi besin analiz programlarının kullanımı, gıda ürünlerinin besleyici değerlerinin daha doğru ve hassas bir şekilde belirlenmesine olanak tanır. Bu da, yeni ürünlerin geliştirilmesi ve mevcut ürünlerin iyileştirilmesi süreçlerinde bilimsel bir temelin oluşturulmasına katkı sağlar.

Sonuç olarak;bu çalışma, hem akademik hem de endüstriyel açıdan, ekmek gibi temel bir gıda ürününün geliştirilmesi sürecinde uygulanabilecek yöntemler ve yaklaşımlar hakkında önemli bilgiler sunmaktadır.

Glutensiz diyetle uyumu engelleyen faktörler ve çözüm önerileri

Çölyak hastalığının tedavisi katı, hayat boyu Glutensiz bir diyettir. Bu diyet karmaşıktır ve zorlayıcı olabilir. Glutensiz diyetle uyumu etkileyen faktörlerin belirlenmesi, uyumun iyileştirilmesi için önemlidir. Kullanılabilirlik, maliyet ve ürün etiketlemesi, bir Glutensiz diyetle bağlılığın önündeki başlıca engellerdir. Hastalara yardımcı olmak için daha iyi farkındalık, gelişmiş etiketleme ve gelir desteği gereklidir (MacCulloch ve Rashid, 2014).

Ayrıca Glutensiz ürünler, çocukluğundan beri Gluten hassasiyeti olan kişiler tarafından kolayca kabul edilirken, yaşamın ilerleyen dönemlerinde Gluten hassasiyeti teşhisi konulan yetişkinlerde Glutensiz ekmeğin kabulü daha zor olmaktadır (Šmídová ve Rysová, 2022).

Ticari olarak satılan Glutensiz ürünlerin duyusal özellikleri, Gluten içeren ürünlerle aynı düzeyde değildir (Naqash vd., 2017). Çölyak hastaları, duyusal olarak uygun gıdaların arzının kısıtlandığını, bunun da diyeti monoton hale getirdiğini ve piyasada bulunan ürünlerin genellikle pahalı olduğunu belirtmektedir (Araujo vd., 2010). Glutenli ürünler genellikle Glutensiz ürünlere göre hem tat, aroma ve doku bakımından daha lezzetli algılanır hem de daha az maliyetlidir.

Glutensiz diyetle uyumu engelleyen bir diğer faktör ise market, kantin ve restoran çalışanlarının Glutensiz diyetler hakkında bilgi eksikliği olmasıdır. Okullar, kamplar ve restoranlardaki personel için standartlaştırılmış eğitim, özellikle çocukları yanlışlıkla Glutene maruz kalmaktan korumak için gereklidir. Bu da çocukların akranlarıyla bütünleşmelerine yardımcı olacak ve yaşam kalitelerini artıracaktır (MacCulloch ve Rashid, 2014). Çölyak hastaları, toplumun bu konudaki bilgi eksikliğinden dolayı ev dışında yemek yemekte zorlanmaktadır (Araujo vd., 2010). Glutensiz diyet yapanlar için ev dışında yemek yeme önemli bir sorundur. Menüü incelemek için restoranı önceden aramak, yoğun olmayan saatlerde dışarıda yemek yemek bu sorunu çözmeye yardımcı olabilir.

Campagna ve diğerlerine (2020) göre Glutensiz diyet sürdüren insanlar, yiyeceklerin Glutensiz olduğundan emin olmak için başkalarını sürekli meşgul ederek sosyal dışlanma riski altında

olabilir. Spontanlığı kısıtlayan katı diyet gereksinimi, konukseverliği reddetme korkusuyla farklı şekilde yemek istemek olarak algılanabilir. Bunun yanı sıra hastanın gizli Gluten kaynaklarına olası bulaş meydana gelebileceğine aşına olmaması ve Gluten ile çapraz bulaş önemli bir sorundur.

Thompson ve diğerlerinin (2021) Gluten çapraz temasını değerlendiren çalışma sonuçlarına göre; Glutensiz gıdalar buğdayla paylaşılan fritözlerde pişirildiğinde Gluten çapraz temasının oluşabileceğini göstermektedir. Çölyaklı tüketicilere ortak fritözlerde pişirilen gıdalardan kaçınmaları tavsiye edilmektedir. Gluten diyeti yapan tüketicinin fritöz yağında ve patates kızartmasında ne kadar Gluten bulunduğunu bilmesi imkânsızdır. Glutensiz ürünlerin üretildiği yerlerde ortak kullanılan tepsiler, kepçeler ve fritöz sepetleri olası çapraz temas kaynaklarıdır.

Ayrıca, Glutensiz beslenen kişiler rahatsızlıklarını tanımlamakta da zorluk yaşamaktadır. Glutensiz diyeti yapanlar için: “Tıbbi olarak gerekli bir diyeteyim. Buğdaya şiddetli tepkim var” ya da “buğdaya alerjim var” gibi terimler kullanılmalıdır. “Otoimmün hastalık”, “çölyak hastalığı” ve “Gluten” terimlerini kullanmaktan kaçınılmalıdır (Parrish, 2006).

Bunlara ek olarak; Glutensiz beslenen insanlar için seyahat etmek, konaklama işletmesinde kalmak, toplu yemek hizmeti sunan işletmelerde yemek yemek büyük risktir. Ayrıca özel beslenen insanların turizm faaliyetlerinde bulunmaları özellikle gastronomi turizmine katılmalarının önünde önemli engeller vardır. Otel işletmelerinin F&B mönülerinde, hava yolu firmalarının ikram mönülerinde, turizm destinasyonlarındaki yiyecek içecek işletmelerinin mönülerinde Glutensiz yiyeceklerin kısıtlılığı ve çapraz bulaşın varlığı Glutensiz beslenen kişilerin seyahate çıkma kararını olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle havayolu, konaklama ve yeme içme işletmelerinde çapraz bulaş riski taşımayan özel Glutensiz ürün üretim ve servis alanları kurulabilir, Glutensiz menüler oluşturabilir ve mutfak ve servis personelinin Glutensiz beslenme konusunda eğitebilir. Bu gibi ve benzer uygulamalar Glutensiz beslenen insanların seyahat kararını ve dışarıda yemek yeme isteğini olumlu yönde etkileyebilir.

Ayrıca, oteller müşterilerin farklı özel beslenme gereksinimlerini karşılamak için menülerinde geniş bir ürün yelpazesini garanti etmelidir ve olası riskleri azaltmalıdır. Ana risk azaltma stratejileri, çapraz bulaş önlemek için protokolü takip etmekten ve müşteriye gıda işleme ile ilgili tüm bilgileri vermekten oluşur. Ayrıca, bir başka önemli önlem de Glutensiz yemeklerin müşteri için tamamen güvenli olmasıyla bağlantılıdır. Bu amaçla turizm işletmelerinde, riski azaltan ve Glutensiz beslenen turistin karar verme sürecini kolaylaştıran ulusal ve uluslararası düzeylerde özel sertifikalar ve düzenlemeler oluşturulmalıdır (Moraleda vd., 2021).

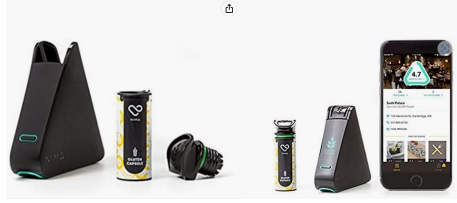
Glutensiz diyetle uyumu iyileştiren faktörler

Glutenli unlara ikame unların varlığı: (karabuğday unu, sorgum, topyaka nişastası, teff unu vb), tohum, bakliyat ve kuruyemiş unlarının unlu mamullerin yapımında kullanılabilmesi, tüketicuyu bilgilendirici ve alerjen uyarılı gıda etiketleme sistemleri, Glutensiz ürün pazarının her geçen gün büyümesiyle beraber tüketicilerin geniş ürün yelpazesine geçmişe kıyasla kolay ulaşabilmesi, e-ticaret pazaryerlerinde Glutensiz ürünlerin satışı ve teknolojik gelişmeler Glutensiz diyeti kolaylaştıran unsurlar olarak özetlenebilir. Bu unsurlardan bazıları aşağıda açıklanmaktadır:

Yeni Etiketleme Yasaları: Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliği 26 Ocak 2017’de yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik ile bir üretici işletme, alerjen besinlerden (süt, yumurta, soya fasulyesi, yer fıstığı, balık, buğday vb.) herhangi birini kullanması durumunda, gıdanın ambalajındaki içindekiler kısmında belirgin olacak şekilde bu ürünler belirtmek zorundadır. Örneğin; içindekiler: tuz, su, şeker, *buğday unu (Gluten içerir.)* şeklindeki gıda ambalaj etiket açıklamaları Glutensiz beslenenlere yardımcı olmaktadır.

Gluten Sensörü: Görsel 1’ de yer alan Nima, 3 inç uzunluğunda bir sensörden ve tescilli anti-Gluten antikorları ile yüklenmiş test şeritleri içeren tek kullanımlık kapsüllerden oluşmaktadır. Yiyeceklerde Gluteni tespit etmek için kişiler kapsülün içine bezelye büyüklüğünde bir numune yerleştirir. Kapağın vidalanması, numuneyi öğütür ve daha sonra bir ekstraksiyon tamponu ile

kariştirilir. Ortaya çıkan çözelti, daha sonra bir optik sensör tarafından okunan test şeridine geçer. Sensörün çıktısı, "Gluten algılandı" (buğday sembolü olarak gösterilir) veya "Gluten algılanmadı" (gülen yüz olarak gösterilir) şeklinde ikili sonuç verir. Nima 20 ppm veya daha yüksek seviyedeki Gluteni tespit etmek için yüksek duyarlılığa sahiptir (Benjamin vd., 2019).



Görsel 1 Gluten sensörü

Glutene İkame Unların Varlığı ve Kolay Ulaşılabilirliği: Günümüzde pek çok işletme Glutensiz ürünler üretmektedir. Bu işletmeler un-nışasta yerine tam tahıl unlarını (karabuğday, pirinç unu, sorgum, darı, kinoa vb.) kullanmaktadır.

Glutensiz diyetin yararları

Çölyak tanısı alan hastalar için tek tedavi Glutensiz diyetdir. Glutensiz diyet, çölyak hastalarının bağırsaklarını onarmakta ve bağırsak dışı bazı belirtileri de tedavi edebilmektedir (Lerner vd., 2019). Beuthin ve diğerlerine (2020) göre migren, çölyak hastalığında yaygın bir rahatsızlıktır ve genellikle Glutensiz bir diyetle düzelir, migren yaşayan ve Glutensiz diyetle geçiş yapan çölyak hastalığı tanısı konan hastaların daha az şiddetli migren ağrısı yaşaması muhtemeldir. Migren rahatsızlığı olup çölyak tanısı bulunmayan insanlar için yararı yeterince kanıtlanmamıştır.

Sampedro vd. (2019) Glutensiz diyetin otizmlı çocuklarda davranışın iyileştirilmesi üzerinde iyileştirici etkisi olduğunu belirtse de Batarseh vd. (2022) ve Lange vd. (2015) ise otizm tedavisinde Glutensiz ve kazeinsiz bir diyetin etkinliğini değerlendiren araştırmaların yetersiz, sınırlı, kusurlu olduğunu ve kesin sonuçlar için uygun olmadığını aktarmaktadır.

Sağlıklı kişilerde gluten diyetinden kaçınmanın değerlendirilmesi

Glutensiz ürünlerin tüketimi, toplumun genelinde artan bir beslenme alışkanlığı haline gelmektedir. Glutenden kaçınmanın sağlığı iyileştireceğini veya Glutenin insanlar için toksik olabileceğini öne süren bilimsel olmayan, asılsız algı, Glutensiz bir diyetle tıbbi olarak gereksiz yere bağlılığa sevk etmektedir (Cabanillas, 2020).

Glutensiz beslenme, kilo vermeye çalışan veya Glutensiz beslenmeyi moda bir yaşam tarzı olarak gören çok sayıda insan tarafından da kendi kendine uygulanmaya başlanmıştır. Ancak Glutensiz ürünler daha fazla nişasta, yağ vb. içerdiğinden, unlu mamuller sebze, meyve vb. ile değiştirilmediği sürece Glutensiz ürünlerin tüketimi kilo alımına neden bile olabilir. Glutensiz diyet, tıbbi tanı konulmadıkça bireyler için doğru bir diyet tercihi değildir.

Bazı Glutensiz gıda maddeleri ciddi alerjik reaksiyonları ve anafilaksiyi tetikleyebilmektedir. Örneğin, karabuğday ve kinoa gıda anafilaksisi olabilmektedir (Khairuddin ve Lasekan, 2021). Tıbbi tanı konulmaksızın, Glutensiz beslenmenin seçilmesi; gıda maliyetlerinin artmasına (Khairuddin ve Lasekan, 2021; Sampedro vd., 2019) lif tüketiminin azalmasına, kalsiyum, magnezyum, çinko, B12 vitamini, folat ve D vitamini dahil olmak üzere mineral ve vitamin tüketiminin azalmasına, hidrojene, doymuş yağ asitleri ve arseniğe maruz kalmaya neden olmaktadır. Ayrıca Glutensiz diyetle buğday olmayan ikameler genellikle çok az lif içerdiğinden, Glutensiz diyet yapanlar kabızlık açısından yüksek risk altındadır. Dolayısıyla, tanı almadan Glutensiz beslenmeyi benimsemek risklidir (Sampedro vd., 2019).

Sonuç olarak; Glutensiz ürünlerle Glutenli ürünlerden oluşan diyetler arasında belirgin farklılıklar vardır. Bu durum, çölyak hastaları için beslenme ile ilgili endişelere yol açarken, aynı zamanda kilo vermeye çalışan veya bu tür bir diyetin daha sağlıklı olduğunu düşünen çölyak hastası olmayan kişiler için de bir sorun olabilir (Miranda vd., 2014).

Glutensiz gastronomi uygulamaları

Dünya çapında Glutensiz diyet yapan kişilerin sayısındaki artış bu alanda yapılan araştırmaları da artırmıştır. Bu çalışmalardan bazıları şunlardır:

Silva vd. (2022) börülce unu kullanarak Glutensiz bir dondurma külahı üretmişlerdir. Bu çalışmada dondurma külahları (ICB) üretiminde, börülce ve pirinç unu, buğdaya alternatif olarak uygunlukları açısından değerlendirilmiştir. Böylece geliştirilen Glutensiz dondurma külahı, buğday bazlı olanlara bir alternatif oluşturmuştur.

Bissar vd. (2022) keçiyoynuzu meyvesi ve sorgumdan Glutensiz makaron üretmişler ve kalite parametrelerini belirlemişlerdir. Bu çalışmada %5, %10 ve %15 oranında keçiyoynuzu unu ilave edilerek yapılan makaronlarda taze ve kuru Gluten tespit edilememiştir. Makaron gibi unlu mamullerin Glutensiz çeşitlerinin üretimi ve piyasaya sürülmesi, çölyak hastalığı olan kişiler için gıda çeşitlerini artıracaktır.

Müller vd. (2021) çimlenmiş kırmızı pirinç tanelerinden cupcake üreterek sağlıkla ilgili endişeler nedeniyle alternatif ürün arayan tüketicilere Glutensiz kek hazırlama olasılığını göstermektedir. Gastronomi alanında yeni ürünlerin geliştirilmesi ve dahil edilmesi, pazar nişlerine hizmet etmektedir ve Glutensiz gıdaya yönelik artan tüketici talebine cevap verebilir (Silva vd., 2022).

Gül vd. (2021) kırmızı pancar unu kullanarak Glutensiz bisküvi formülü geliştirmişlerdir. Bu araştırmada, kırmızı pancar tozu (KPT) Glutensiz diyet ürünlerini çeşitlendirmek ve zenginleştirmek için Glutensiz bisküvi üretiminde kullanılmıştır. Patates nişastası, mısır nişastası, nohut unu, mısır unu ve pirinç unundan oluşan bir Glutensiz un karışımına belirli oranlarda kırmızı pancar tozu eklenmiştir. Kırmızı pancar tozu eklenen Glutensiz bisküvilerin daha yüksek diyet lif ve protein içeriği belirlenmiştir.

Ceylin vd. (2021) keçiyoynuzu unu bazlı Glutensiz kurabiye formülü geliştirmişlerdir. Keçiyoynuzu ununun fındık unu ile kombine edilerek hazırlanan kurabiye reçetesiyle çölyak hastalığı olan bireylerin diyet çeşitliliğinde bir alternatif ürün olacak Glutensiz kurabiyeler üretilmiştir.

Şimşek vd. (2020) çölyak hastalarının tüketebileceği formülde kazandibi hazırlamıştır. Hindistan cevizi sütü ve pirinç unu kullanılarak yapılan kazandibi tatlısının duyu analizini eğitimli panelistler ve tüketicilerle yapmıştır. Panelistlerin en çok beğendiği form standart reçete haline getirilerek Glutensiz kazandibi gastronomiye kazandırılmıştır.

Drub vd. (2021) yeni Glutensiz (GF) ekmek çeşitleri için artan bir talebin varlığını belirtmiştir. Bu nedenle tam tahıl unlarının (pirinç, sorgum, darı, amaranth, karabuğday ve kinoa) GF mayalı rulolar üretme potansiyelini değerlendirmeyi amaçladığı çalışmada GF tavaşız ekmek hazırlamıştır. Un-nişasta bazının tam tahıl unu ile değiştirerek yaptığı ruloların lif içeriğini 2 ila beş kat ve protein içeriği ise iki katına kadar artmasına olanak tanımıştır. Bu nedenle Glutensiz tam tahıllı rulolarının üretilmesi umut vericidir ve Glutensiz beslenen tüketicilerin duyu ve sağlık ihtiyaçlarının karşılanmasına katkıda bulunmaktadır.

Komeroski vd. (2021) peynir altı suyu proteini ve karışık unlar kullanarak Glutensiz ekmekler üretmiş ve kalite parametrelerine etkisini ölçmüştür. Peynir altı suyu proteini eklenmiş somunlar, buğday ekmeğine benzer teknolojik kalite göstermiştir.

Yılmaz vd. (2020) hamsi unu ile zenginleştirilmiş Glutensiz mısır ekmeğini geliştirmiştir. Hamsi unu ile zenginleştirilmiş Glutensiz mısır ekmeğinin duyu ve dokusal değerlendirmeleri de oldukça kabul edilebilir bulunmuştur.

Yöntem

Çalışmanın amacı

Araştırma; Glutensiz beslenen bireyler için geliştirilen karabuğday taneli ekmeğin standart reçetesi, duysal kabul edilebilirlik açısından nasıl değerlendirilmektedir ve bu ürün gastronomiye nasıl kazandırılabilir?" sorusuna cevap aramıştır. Bu doğrultuda bu çalışmada Glutensiz beslenmeyi tercih eden kişilerin tüketebileceği karabuğday taneli ekmeğin duysal analiz yoluyla standart reçetesinin geliştirilmesi ve gastronomiye kazandırılması amaçlanmıştır. Ayrıca ekmeğin gibi unlu mamullerin Glutensiz çeşitlerinin üretilmesi ve piyasaya sunulması, Glutensiz beslenen kişiler için gıda çeşitliliğini artırmak, ürünün duysal kabul edilebilirliğini değerlendirmek ve Glutensiz ekmeğin formülünü standart hale getirmek çalışmanın başlıca hedefleridir.

Materyal ve yöntem

Etik Onay: Araştırmanın yürütülmesi için Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Etik Kurulu'ndan 02.01.2023 tarihinde E-26428519-044-70935 sayılı etik onay alınmıştır. Ayrıca gıda ürünü geliştirmeye başlamadan önce Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği ve Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Turizm Fakültesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları öğretim elemanlarından oluşan panelistlerden bilgilendirilmiş onam formu alınmıştır.

Hazırlıklar: Glutensiz ekmeğin formüle edilmesine ilişkin bilimsel veriler elde etmek için literatür taraması yapılmıştır. Mevcut çeşitli formüller ve Glutensiz pişirmede yer alan bileşenlerin işlevi hakkında veriler toplanmıştır.

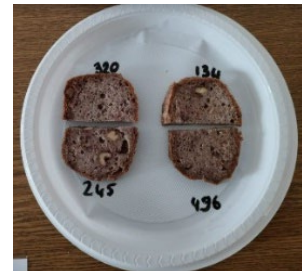
Hammadde Tedariği: Karabuğday tanesi, kinoa, keten tohumu, kaya tuzu, soğuk sıkım zeytinyağı, toz şeker, keten tohumu, bu bileşenlerin Glutensiz tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği göz önünde bulundurularak Yalova kentindeki yerel perakendecilerden temin edilmiştir. Tüm bileşenler, ekonomik maliyetleri ve genel olarak kabul edilebilirlikleri analiz edildikten sonra satın alım gerçekleşmiştir.

Ön Standardizasyon: Arzu edilen kabul edilebilirliğe sahip bir ürün elde etmek için çeşitli denemeler yapılmıştır. Farklı denemelerde farklı oranlarda karabuğday tanesi, keten tohumu, kinoa, psyllium (karnıyarık otu) kullanılmıştır. Genel kabulü not edilmiştir.

Standardizasyon: Bir tarifin standardizasyonu, tarif aynı prosedür, ekipman ve kullanılan malzeme miktarı ile hazırlandığında aynı verim ve tadın elde edilmesine yardımcı olmaktadır. Bu ayrıca israfı önlemeye ve her seferinde porsiyon başına tutarlı bir besin değeri sağlamaya da destek olmaktadır (Laddha vd., 2021). Standartlaştırılmış tarif, çeşitli denemeler yapıldıktan sonra formüle edilmiştir.

Standartlaştırılmış tarif bileşenleri; karabuğday taneleri, keten tohumu, kinoa unu ve psyllium (karnıyarık otu tozu), soğuk sıkım zeytinyağı, kaya tuzu ve sudur. Ayrıca Glutensiz formül için uygun şekilde sterilize edilmiş üretim alanları ve buğday unuyla temas etmeyen araç- gereçler ile ilgili kurallara uyulmuştur.

Birinci Ekmek	İkinci Ekmek	Üçüncü Ekmek	Dördüncü Ekmek
320	134	245	496
625	368	129	712



Görsel 2 Panelistlere sunulan karabuğday taneli ekmeğin görüntüleri

Panelistlerin Belirlenmesi: Yarı eğitimli panelistler, Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği ve Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları bölümünde daha önce pek çok kez akademik makalelere veri sunmak için duyuşal değerlendirmelere katılmış 15 öğretim elemanından oluşmaktadır.

Duyusal Değerlendirme: Duyusal değerlendirme, iyi aydınlatılmış rahat bir oturma alanı ve içme suyu olanakları bulunan Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nde ve Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Turizm Fakültesi'nde bulunan test alanında gerçekleştirilmiştir.

Panelistlerden ekmek tadımlarına yönelik karışıklığı önlemek adına numuneler arasında su içmeleri istenmiştir. Ekmekler kabuk (görünüm, renk, kalınlık, koku), ekmek içi (görünüm, renk, gözeneklilik, esneklik), tat, koku, çignenebilirlik, genel beğeni kriterleri açısından değerlendirilmiştir. Ürünün değerlendirmesinde beş puanlı hedonik skala (1: Çok kötü; 2: Kötü; 3: Ne beğendim ne beğenmedim; 4: Güzel; 5: Çok iyi) kullanılmıştır. Panelistler "P" olarak kodlanmış ve 1'den 15'e kadar numaralandırılmıştır. Ekmekler 4 farklı formülde hazırlanmıştır. Her ekmek üç dijital kodlarla numaralandırılmıştır. Ayrıca birinci paneldeki ekmek kodları (1. Ekmek- 320, 2. Ekmek-134, 3. Ekmek- 245, 4. Ekmek- 496) ile ikinci paneldeki ekmek kodları (1. Ekmek- 625, 2. Ekmek-368, 3. Ekmek- 129, 4. Ekmek- 712) birbirinden farklı hazırlanmıştır.

İstatistiksel Analiz ve Bulgular: 15 yarı eğitimli panelistten 4 farklı ekmek için ölçüm alınmıştır ve 4 farklı ekmek her paneliste 2 kere tattırılmıştır. Aynı bireylerin görüşleri 4 farklı ekmek için alınmıştır. Ayrıca her bir ekmek kendi içinde de 2 kere ölçüldüğü için çalışma tekrarlı ölçüm içermektedir. Bu durumda 4*2'lik bir repeated measures anova ortaya çıkmıştır. Daha sonra JAPS 0.16.4.0 istatistik hesaplama programı kullanılarak Repeated Measures Anova testi yapılmıştır.

Tablo 1 Betimsel istatistik analiz sonuçları

Ekmek Türü	Eşdeğer Ekmek	N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	Varyans Katsayısı
Ekmek 1	Birinci ölçüm	15	3.455	0.624	0.161	0.181
	İkinci ölçüm	15	3.528	0.614	0.158	0.174
Ekmek 2	Birinci ölçüm	15	3.283	0.510	0.132	0.155
	İkinci ölçüm	15	3.632	0.489	0.126	0.135
Ekmek 3	Birinci ölçüm	15	3.284	0.578	0.149	0.176
	İkinci ölçüm	15	3.055	0.594	0.153	0.194
Ekmek 4	Birinci ölçüm	15	3.113	0.387	0.100	0.124
	İkinci ölçüm	15	3.173	0.649	0.168	0.205

Betimsel istatistik analiz bulgularına göre (Tablo 1); birinci ekmeği birinci ölçüm ortalaması 3,45 iken ikinci ölçüm ortalaması 3.52'dir. İkinci ekmeğin birinci ölçüm ortalaması 3.28 iken ikinci ölçüm ortalaması 3.63' tür. Üçüncü ekmeğin birinci ölçüm ortalaması 3.28 iken ikinci ölçüm ortalaması 3.05'tir. Dördüncü ekmeğin birinci ölçüm ortalaması 3.11 iken ikinci panelde 3.17'dir.

Tablo 2 Tekrarlı ölçümlü anova

Cases	Karelerin Toplamı	sd	Ortalama Kare	F	p	η^2
Ekmek Türü	3.065	3	1.022	5.619	0.002	0.123
Atık değerler	7.637	42	0.182			
Eşdeğer Ekmek	0.121	1	0.121	0.257	0.620	0.005
Atık değerler	6.602	14	0.472			
Ekmek Türü * Eşdeğer Ekmek	1.254	3	0.418	2.826	0.050	0.050
Atık değerler	6.211	42	0.148			

Note. Type III Sum of Squares

Bireylerin ekmekler hakkındaki görüşlerini duyuşal olarak değerlendirmek amacıyla, 15 yarı eğitimli paneliste 4 farklı ekmek 2 kere tattırılmış ve ölçümler alınmıştır. Bireylerin ekmekler hakkındaki görüşlerinin ekmek türüne göre değişip değişmediği ikinci tekrar ölçümleri (ekmeğin eşdeğeri) de dikkate alınarak incelenmiştir. Bu amaçla, JAPS 0.16.4.0 istatistik hesaplama

programı kullanılarak 4*2'lik iki yönlü tekrarlı ANOVA analizi uygulanmıştır. Analiz bulgularına göre, ekmek türünün ana etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunurken $F(3, 42) = 5.62$, $p = .002$, ekmeğin eşdeğerinin, yani zamanın ana etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F(3, 42) = 0.257$, $p = .62$). Ayrıca, ekmek türü ve eşdeğeri arasındaki etkileşim etkisi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F(3, 42) = 2.826$, $p = .05$). Bulgular, ekmek türünün bağımsız olarak anlamlı etkisi olduğunu gösterirken, zamanın bağımsız etkisinin ve tür zaman arasındaki etkileşimin olmadığını göstermektedir. İlgili bulgular yukarıdaki Tablo 2'de sunulmuştur.

Bulgular ekmek türüne göre bireylerin görüşlerinin anlamlı bir farklılık gösterdiğini savunduğu için, ekmek türleri arasındaki farklılıkları incelemek amacıyla post-doc analizi yapılmıştır. Post-doc analizi için Bonferonni yöntemi seçilmiş ve ekmeklerin genel ortalamalarına göre ikinci ekmek üçüncü ekmekten ikinci ölçümde (ikinci panelde), ikinci ekmeğin lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($t = 3.89$, $p = .006$). Diğer ekmeklerin arasında ise bireylerin görüşleri açısından anlamlı bir farklılık yoktur. Post-doc analiz sonuçları Tablo 3' te sunulmuştur.

Tablo 3 Post hoc test

Post Hoc Comparisons- Ekmek Türü* Eşdeğer Ekmek					
	Mean Difference	SE	t	Pholm	
Ekmek 1, Birinci Ölçüm	Ekmek 2, Birinci ölçüm	0.172	0.148	1.160	1.000
	Ekmek 3, Birinci ölçüm	0.171	0.148	1.151	1.000
	Ekmek 4, Birinci ölçüm	0.342	0.148	2.307	0.542
	Ekmek 1, İkinci ölçüm	-0.073	0.175	-0.420	1.000
	Ekmek 2, İkinci ölçüm	-0.177	0.181	-0.980	1.000
	Ekmek 3, İkinci ölçüm	0.399	0.181	2.206	0.673
	Ekmek 4, İkinci ölçüm	0.282	0.181	1.558	1.000
Ekmek 2, Birinci Ölçüm	Ekmek 3, Birinci ölçüm	-0.001	0.148	-0.009	1.000
	Ekmek 4, Birinci ölçüm	0.170	0.148	-1.147	1.000
	Ekmek 1, İkinci ölçüm	-0.245	0.181	-1.355	1.000
	Ekmek 2, İkinci ölçüm	-0.349	0.175	-2.000	1.000
	Ekmek 3, İkinci ölçüm	0.227	0.181	1.256	1.000
	Ekmek 4, İkinci ölçüm	0.110	0.181	0.608	1.000
Ekmek 3, Birinci Ölçüm	Ekmek 4, Birinci ölçüm	0.171	0.148	1.156	1.000
	Ekmek 1, İkinci ölçüm	-0.244	0.181	-1.348	1.000
	Ekmek 2, İkinci ölçüm	-0.348	0.181	-1.922	1.000
	Ekmek 3, İkinci ölçüm	0.229	0.175	1.309	1.000
	Ekmek 4, İkinci ölçüm	0.111	0.181	0.615	1.000
Ekmek 4, Birinci Ölçüm	Ekmek 1, İkinci ölçüm	-0.415	0.181	-2.294	0.573
	Ekmek 2, İkinci ölçüm	-0.519	0.181	-2.869	0.151
	Ekmek 3, İkinci ölçüm	0.057	0.181	0.317	1.000
	Ekmek 4, İkinci ölçüm	-0.060	0.175	-0.344	1.000
Ekmek 1, İkinci Ölçüm	Ekmek 2, İkinci ölçüm	-0.104	0.148	-0.701	1.000
	Ekmek 3, İkinci ölçüm	0.473	0.148	3.188	0.055
	Ekmek 4, İkinci ölçüm	0.355	0.148	2.397	0.451
Ekmek 2, İkinci Ölçüm	Ekmek 3, İkinci ölçüm	0.577	0.148	3.890	0.006
	Ekmek 4, İkinci ölçüm	0.459	0.148	3.098	0.069
Ekmek 3, İkinci Ölçüm	Ekmek 4, İkinci ölçüm	-0.117	0.148	-0.791	1.000

Note. P-value adjusted for comparing a family of 28

Araştırma bulgularına göre oluşturulan nihai ekmek formülü Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 4 Nihai ekmek formülü

Malzeme	Miktar	Ölçü Birimi
Karabuğday Tane	500	Gr.
Su	370	ml.
Elma Sirkesi	15	ml.
Karnıyarık Otu (Psyllium)	20	Gr.
Sızma Zeytinyağı	20	Gr.
Chia Tohumu	20	Gr.
Keten Tohumu	20	Gr.
Ceviz İçi	50	Gr.
Tuz	8	Gr.

Yukarıdaki nihai ekmek formülünün besin öğelerini tespit etmek amacıyla Beslenme Bilgi Sistemi (BeBİS) kullanılmıştır. BeBİS, yemek reçetelerinin ve diyet planlamaların besin değerlerini hesaplayan programdır. BeBİS, 20.000'i aşkın besinin 130'dan fazla besin öğesi analizlerinin bulunduğu bilimsel ve profesyonel bir bilgisayar yazılımıdır. Besinlerin girilen porsiyon ve miktarına bağlı olarak kalori, protein, karbonhidrat, yağ, vitamin, mineral gibi besin öğelerini, amino asitler, yağ asitleri, antioksidan, glisemik indeks ve ORAC içeriklerini raporlamaktadır (Beslenme Bilgi Sistemi, 2021). (100 gram) Nihai ekmek için besin değerlerine ilişkin sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5 Nihai ekmek formülünün besin değerleri(*100 gr için besin değerleri)

Besin öğesi içerikleri madde	Analiz edilmiş miktarlar/gün	Önerilen miktarlar/gün	Öğenin karşılanma yüzdesi (%)
Yağ	66.0 g	-	(26%)
Kolesterol	0.0 mg	0	0
Sodyum	31095.1 mg	-	1554 %
Lif	28.6 g	30.0 g	95 %
Şeker Toplam	0.0 g	-	-
Demir	19.1 mg	15.0 mg	127 %
Potasyum	2010.2 mg	3500.0 mg	57 %

Tablo 5 incelendiğinde nihai ekmeğin potasyum, lif, şeker, demir, kolesterol bakımından günlük önerilen miktarlarda ya da yakın değerlerde olduğu görülmekteyken sodyum değeri bakımından yüksek çıkmıştır. Nihai ekmek formülündeki tuz miktarı azaltılarak sodyum değeri düşürülebilir.

Tartışma, sonuç ve öneriler

Ekmek, insanlar için temel gıdadır. Gluten içerikli ekmekler Glutensiz beslenenler için sorun teşkil etmektedir. Bu nedenle gerek tıbbi tanı gereksiz tıbbi tanı olmaksızın Glutensiz beslenmeyi tercih eden insanlar, temel gıda olan beyaz ekmeğe hem duysal hem de algısal yönden ikame olabilecek Glutensiz ekmek formülleri aramaktadır. Son zamanlarda baklagiller, tohumlar, kabuklu yemişler gibi vb. ürünlerin öğütülerek unlarının ekmek yapımında kullanılması ve karabuğday, sorgum vb. gibi unların çeşitliliği ve ulaşılabilirliği Glutensiz beslenen tüketiciler için ürün çeşitliliği sağlamaktadır. Bu yöndeki tüketici talebi de gastronomide Glutensiz ürün formülleri geliştirme çalışmalarını artırmaktadır. Glutensiz ekmek formülü geliştirmek amacı taşıyan bu çalışmada, dört farklı ekmek formülünün duysal değerlendirmesi yapılmış ve nihai ekmek formülünün besin değerleri analiz edilmiştir. Duysal değerlendirme sonuçlarına göre; ekmek türü duysal özellikler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki göstermiştir. Ancak, ekmeklerin farklı zamanlarda tadılmasının (eşdeğer ekmek) ve ekmek türü ile zaman arasındaki etkileşimin anlamlı bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Özellikle, ikinci ekmek formülü diğer ekmeklerden daha yüksek puan almıştır ve bu formül nihai ekmek olarak seçilmiştir. Daha sonra Nihai ekmek formülünün besin değerleri analiz edilmiştir ve yüksek sodyum içeriği dışında diğer besin öğeleri açısından insan sağlığına uygun olduğu bulunmuştur. Glutensiz ekmekler genellikle daha az esnek, daha hızlı sertleşen ve kolayca ufalanan bir yapıya sahiptir (Šmídová ve Rysová, 2022). Glutensiz ürünler esneme, kabarma, mayalanma ve nemlendirme sağlayan Glutenin ve gliadinin proteini içermez. Bu da Glutensiz ekmek hamurunda esneklik ve kabarıklık elde etmeyi zorlaştırır. Bu zorluk nedeniyle nemli, iyi bir bağlama ağına sahip ekmek formülü geliştirmek ve doku, hacim, nem, tatmin edici kırıntı, duysal kaliteyi korumak için ekmek formüllerinde %80'i lif olan psyllium (karnıyarık otu tozu) kullanılmıştır. Psyllium suyla buluştuğunda içeriğinin lif olması nedeniyle jelleşmiştir ve bu da karabuğday taneden elde ettiğimiz hamura hacim, ve yumuşaklık kazandırmıştır. Aynı zamanda ekmeğin dokusunu, kabuğunu ve görünüşünü duysal olarak olumlu etkilemiştir. Bu bulgular ışığında standartlaştırılan karabuğday taneli ekmek reçetesi gastronomiye kazandırılmıştır.

Tümer ve diğerlerinin (2018) fonksiyel ürünlerin ekmek üretiminde ekmek nitelikleri üzerine etkisi ile ilgili çalışmasında; Karabuğday, fonksiyonel gıda endüstrisi için önemli bir bileşendir ve yüksek

besin değerine sahip proteinler, önemli miktarda diyet lifi, vitaminler ve mineraller içermektedir sonucuna ulaşmıştır. Bu araştırma ,nihai ekmek formülünü BeBis besin değerleri analiz yöntemini kullanarak test etmiştir. Bu testenin sonucunda nihai ekmek formülünün; %0şeker, %0kolesterol, %95 lif, %127demir ve % 57 potasyum içeriğine sahip olduğu anlaşılmıştır. Bu sonuç Tümer ve diğerlerinin (2008) elde ettiği sonucu desteklemektedir.

Bu bulgular, karabuğday temelli ekmeklerin Glutenli ekmeklerle duysal olarak rekabet edebileceğini ve aynı zamanda yüksek besin değerine sahip olabileceğini göstermektedir. Ancak, formülasyon ve besin değerleri üzerinde yapılacak ek ayarlamalar, ürünün genel kabul edilebilirliğini ve sağlık profilini daha da artırabilir.

Gelecekteki yapılacak çalışmalarda, bu çalışmada elde edilen nihai ekmek formülündeki tuz miktarı azaltılarak sodyum seviyesinin düşürülmesi önerilmektedir. Bu ekmeğin sağlık açısından daha uygun hale gelmesini sağlayacaktır. Ayrıca diğer besin öğelerini arttırmak ve duysal özellikleri iyileştirmek için farklı bileşenlerle yeni Glutensiz ekmek formül denemeleri de yapılabilir. Daha geniş bir katılımcı grubu ile tüketici beğeni testleri yapılarak nihai ekmeğin genel kabul edilebilirliği ve pazar potansiyeli araştırılabilir. Yine farklı Glutensiz unlar (badem unu, teff unu, sorgum unu, nohut unu, hindistancevizi un, kinoa unu, yulaf unu, fındık unu, mısır unu vb.) kullanılarak yeni Glutensiz ekmek formülleri denenerek geliştirilebilir ve duysal olarak değerlendirilebilir. Bu önerilere ek olarak; ekşi mayalı Glutensiz ekmek reçetesi de oluşturulabilir.

Farklı ekmek formüllerinin duysal özelliklerinin ve besin değerlerinin sistematik bir şekilde karşılaştırılması gastronomi ve gıda bilimde formül geliştirme süreçlerinde teorik bir temel sağlar. Ayrıca bu çalışma BeBiS gibi programların kullanımıyla, gıda ürünlerinin besin değerlerinin detaylı analiz edilebileceği ve bu verilerin formül geliştirmede önemli bir rol oynayabileceği gösterilmiştir.

Çalışmanın bulguları, gıda sektöründe çalışan profesyonellerin, gastronomi ve gıda bilim dallarında araştırma yapan akademisyenlerin yeni ekmek formülleri geliştirmesine yani Glutensiz ürün geliştirmesine yardımcı olabilir. Özellikle sodyum içeriğinin optimize edilmesi, daha sağlıklı ürünler sunmayı mümkün kılacaktır. Duysal değerlendirme sonuçları, tüketici taleplerine uygun ekmek ürünleri geliştirmek için pratik bilgiler sağlar. Ayrıca nihai ekmek formülasyonunun besin değerlerinin detaylı bir şekilde hesaplanması, ürünlerin besin değeri etiketlerinin doğru ve bilimsel temellere dayalı olarak hazırlanmasına katkı sağlar.

Sonuç olarak; bu çalışma bulgularıyla geliştirilen Glutensiz ekmek formülü, gastronomi, gıda ve beslenme literatürüne teorik katkı sağlamaktadır. Formülde kullanılan malzemelerin miktarları ve ekmek yapım süreci detaylı bir şekilde açıklanmıştır, bu da aşçılık programları ve gastronomi bölümlerinde özel beslenme uygulamalı derslerinde pratik olarak kullanılabilirliğini artırmaktadır. Ayrıca, bu çalışmada BeBiS programının kullanılması, gastronomi araştırmalarında geliştirilen formülasyonların besin değerlerinin hesaplanmasında programın kullanımının yaygınlaşmasına katkı sağlayabilir. Bu çalışmada ekmeğin kabarması ve esneklik kazanması için %80 lif içeren psyllium (karnıyarık otu) kullanılmıştır ve ekmek, duysal olarak tatmin edici bulunmuştur. Bu bulgu, gastronomi alanında Glutensiz formül geliştirme araştırmalarında psyllium kullanımının, esnek yapıda Glutensiz formüllerin geliştirilmesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Bu bağlamda, gelecekte gastronomide Glutensiz ürün geliştirme araştırmalarında psyllium kullanımının, Glutensiz formüllere esneklik kazandırmada yaygınlaşmasına olanak sağlayabilir.

Yazar Katkı Oranları

Çalışmaya 1. Yazar: %50, 2. Yazar: % 50 oranında katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

"Glutensiz Ürün Geliştirme: Karabuğday Taneli Soğuk Fermente Ekmek" başlıklı makalemizin herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile mali çıkar çatışması yoktur. Yazarlar arasında da herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

- Amazon (t.y.).Nima başlangıç kiti, test kapsüllü gluten sensörü: Sağlık ve ev. https://www.amazon.com/Nima-Starter-Gluten-Sensor-Capsule/dp/B07CNVM9GM/ref=cm_cr_arp_d_product_top?ie=UTF8 -11.02.2025 tarihinde alınmıştır.
- Araujo, H., Araujo, W., Assunção, R., & Zandonad, R. (2010). Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. *Rev. Nutr. Campinas*, 23(3), 467-474. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732010000300014>.
- Atik, E., & Atik, E. (2023). Michelin Rehberi'nde yer alan restoranların menülerinin glutensiz beslenme kapsamında incelenmesi. *Uluslararası Türk Dünyası Turizm Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 63-81. <https://doi.org/10.37847/tdtad.1315308>.
- Batarseh, H., AbuMweis, S., Almakani, H. A. & Anderson, C. (2022). Gluten free and casein free diet for children with autism spectrum disorder: A systematic review. *Advances in Neurodevelopmental Disorders*, 6, 280-289.
- Benjamin, A. L., Lynn T., P., Yates, S. P., Andrew G.R., & Benjamin, L. (2019). Detection of gluten in gluten-free labeled restaurant food: analysis of crowd-sourced data. *The American journal of gastroenterology*, 114(5), 792-797. <https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000000202>.
- Beslenme Bilgi Sistemi (2021). 20000 besinin veri bankası. <https://bebis.com.tr/anasayfa>-11.02.2025 tarihinde alınmıştır..
- Beuthin, J., Veronesi, M., Grosberg, B. & Evans, R. (2020). Gluten-Free diet and Migraine. *American Headache Society. Headache*, 60, 2526-2529. <https://doi.org/10.1111/head.13993>.
- Bissar, S. & Özcan, M. (2022). Determination of quality parameters and Gluten free macaron production from carob fruit and sorghum. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 27,1-7. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100460>.
- Cabanillas, B. (2020). Gluten-related disorders: Celiac disease, wheat allergy, and nonceliac gluten sensitivity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(15), 2606-2621. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1651689>.
- Campagna, G., Tatangelo, R., Fratta, I., Rizzuto, A., Ballerini, P., Cocco, D., Savi, S., Rotunno, A., Rotunnu, P. F., Speranza L., Franceschelli, S., Grilli, A., & Pesce, M. (2020). Insights in the Evaluation of gluten dietary avoidance in healthy subjects. *Journal of the American College of Nutrition*, 39(2), 178-186. <https://doi.org/10.1080/07315724.2019.1631902>
- Ceylan, V., & Muştu, Ç. (2021). Keçiboynuzu unu bazlı glutensiz kurabiye formülasyonu geliştirilmesi. *Aydın Gastronomy*, 5(1), 1-12.
- Czaja-Bulsa, G. (2015). Non coeliac gluten sensitivity e a new disease with gluten intolerance. *Clinical Nutrition*, 34 (2), 189-194. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.08.012>.
- Dhruva, V., Lawson, C., Green, C., & Newberry, C. (2021). The gluten free diet and its relationship with metabolic syndrome: Dietary friend or foe? *Current Nutrition Reports*, 10, 282-287. <https://doi.org/10.1007/s13668-021-00371-3>.
- Drub, T., Dos Santos, F., Centeno, A. & Capriles, V. (2021). Sorghum, millet and pseudocereals as ingredients for gluten-free whole-grain yeast rolls . *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 23, 100293. doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100293.
- Estévez, V., & Araya, M. (2016). Gluten-free diet and gluten-free foods. *Rev Chil Nutr*, 43(4), 428-433.
- Grazyna, C., & Grazyna, B. (2014). Non coeliac gluten sensitivity e a new disease with gluten intolerance. *Elsevier*, 34, 189-194. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2014.08.012>.
- Gül, H., Hayit, F., Özer, B., & Sultan, A. (2021). Kırmızı pancar ununun glutensiz bisküvi üretiminde kullanılması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9(4), 1166-1173. <http://dx.doi.org/10.21923/jesd.922900>.

- Khairuddin, M., & Lasekan, O. (2021). Gluten-free cereal products and beverages: A review of their health benefits in the last five years. *Foods*, 10(11), 1-14. <https://doi.org/10.3390/foods10112523>.
- King, J., Kaplan, G., Godley, J. (2019). Experiences of coeliac disease in a changing gluten-free landscape. *J Hum Nutr Diet*, 32, 72-79. <https://doi.org/10.1111/jhn.12597>.
- Komeroski, M., Homen, R., Schmidt, H., Rockett, F., Lira, L., Kist, D., & Oliveira, V. (2021). Effect of whey protein and mixed flours on the quality parameters of Gluten-free breads. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 24, 1-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100361>.
- Laddha, A., Deshpande, P., More, S., & Hedao, R. (2021). Formulation, Overall Acceptability, Nutritive Value Assessment of Gluten-free, Vegan bread and Comparison with Contemporary Gluten-free Bread. *Journal of Pharmaceutical Research International*, 33(35A), 186-196. <http://dx.doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i35A31888>.
- Lange, K., Hauser, J., & Reissmann, A. (2015). Gluten-free and casein-free diets in the therapy of autism. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 18(6), 572-575. <https://doi.org/10.1097/mco.0000000000000228>.
- Lerner, A., O'Bryan, T., & Matthias, T. (2019). Navigating the Gluten-free boom: The dark side of gluten free diet. *Frontiers in Pediatrics*, 7, 1-7. <https://doi.org/10.3389/fped.2019.00414>.
- MacCulloch, K., & Rashid, M. (2014). Factors affecting adherence to a gluten-free diet in children with celiac disease. *Paediatrics & Child Health*, 19(6), 305-309. <https://doi.org/10.1093/pch/19.6.305>.
- Miranda, J., Lasa, A., Bustamante, M., Churrua, I., & Simon, E. (2014). Nutritional differences between a gluten-free diet and a diet containing equivalent products with Gluten. *Plant Foods for Human Nutrition*, 69(2), 182-187. <https://doi.org/10.1007/s11130-014-0410-4>.
- Moraleda, L.F., Mazon, A.M., Rincon, C. S., & Giner, A. O. (2021). Defining risk reduction strategies for tourists with specific food needs: a qualitative approach. *British Food Journal*, 124(2), 590-612. <http://dx.doi.org/10.1108/BFJ-04-2021-0398>.
- Müller, C., Hoffmann, J., Ferreira, C., Diehl, G., Rossi, R., & Ziegler, V. (2021). Effect of germination on nutritional and bioactive properties of red rice grains and its application in cupcake production. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25, 1-8. <https://doi.org/10.1016/J.IJGFS.2021.100379>.
- Naqash, F., Gani, A., & Masoodi, F. (2017). Gluten-free baking: Combating the challenges. A review. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 98-107. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.004>.
- Parrish, C. (2006). Gluten-free dining out: Is it safe? *The Celiac Diet*, 3, 61-68.
- Rees, D., Holtrop, G., Chope, G., Moar, K., Cruickshank, M., & Hoggard, N. (2018). A randomised, double-blind, cross-over trial to evaluate bread, in which gluten has been pre-digested by prolyl endoprotease treatment, in subjects self-reporting benefits of adopting a gluten-free or low-gluten diet. *British Journal of Nutrition*, 119(5), 496-506. <https://doi.org/10.1017/S0007114517003749>.
- Sampedro, A., Olenick, M., Maltseva, T., & Flowers, M. (2019). A gluten-free diet, not an appropriate choice without a medical diagnosis. *Hindawi Journal of Nutrition and Metabolism*, 1, 1-5. <https://doi.org/10.1155/2019/2438934>.
- Silva, C., Greiner, R., Marinho, L., Alves, A., Cardoso, L., Maciel, L., & Almeida, D. (2022). Development of a Gluten-free ice cream basket alternative using cowpea flour (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), rice flour (*Oryza sativa*) and crude palm oil (*Elaeis guineensis* Jacq.). *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 28, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100431>.
- Šmídová, Z., & Rysová, J. (2022). Gluten-free bread and bakery products technology. *Foods*, 11(3), 1-18. <https://doi.org/10.3390/foods11030480>.
- Southgate, A., Scheuer, P., Martelli, M., Menegon, L., & Francisco, A. (2017). Quality properties of a gluten-free bread with buckwheat. *Journal of Culinary Science & Technology*, 15(4), 339-348. <http://dx.doi.org/10.1080/15428052.2017.1289134>.
- Şimşek, A., Güleç, E., & Usta, S. (2020). Gastronomik ürün çeşitlendirme kapsamında veganlar ve çölyak hastaları için ürün geliştirme: Kazandibi. *Uluslararası Türk Dünyası Turizm Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 51-59. <https://doi.org/10.37847/tdtad.698196>.
- Thompson, T., Lyons, T., Keller, A., Jaffe, N., & Emerson-Mason, L. (2021). Gluten-free foods cooked in shared fryers with wheat: A pilot study. *Assessing Gluten Cross Contact. Front. Nutr*, 8, 1-5. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.652039>.

- Tümer, E., & Özer, S.(2018). Bazı fonksiyonel ürünlerin glutensiz ekmek üretiminde ekmek nitelikleri üzerine etkisi. *Ç.Ü. Fen ve mühendislik Bilimleri Dergisi*, 36 (6), 79-88.
- Yılmaz, V., & Koca, İ. (2020). Development of gluten-free corn bread enriched with anchovy flour using TOPSIS multi-criteria decision method. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 1-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.10028>.