



Investigation of the Possibilities of Developing Gluten-Free Pasta Containing Hemp Pulp Flour and Rice Flour

Emre Hastaoğlu^{1,a,*}, Zeynep Kelek^{2,b}, Dilara Çapar^{2,c}

¹Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Turizm Fakültesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Sivas, Türkiye

²Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 20.07.2023 Accepted : 13.10.2023</p> <p><i>Keywords:</i> Pasta Hemp Flour Rice Flour Gluten Celiac</p>	<p>Pasta is a frequently consumed food because it is nutritious and easy to prepare. Pasta, which has a high carbohydrate content, is obtained by grinding durum wheat and drying the dough kneaded with eggs and rolling out in different shapes. Gluten, the protein component of durum wheat, is found in high amounts in pasta. However, the gluten-free product market is growing due to the fact that celiac patients who are allergic to gluten have to consume gluten-free products and the demands of individuals who prefer a gluten-free diet. Hemp seed is used in hemp oil extraction due to its high essential oil content. However, hemp seeds can be ground into flour to prevent waste and to utilize their high nutritional properties. For this purpose, in the present study, hemp flour degreased by cold pressing was mixed with rice flour, another gluten-free flour type, at different ratios (100%-75/25-50/50) to produce pasta samples. Physical analyses (weight and volume increase, color, water content), total phenolic content analysis and sensory analyses of the samples obtained were carried out. The data obtained were statistically analysed and the sensory analysis data were analysed by TOPSIS method, one of the multi-criteria decision making techniques. According to the results obtained, it was observed that as the amount of hemp pulp flour increased, the volume and weight increased, sensory acceptability decreased, but the amount of phenolic substances increased. It can be said that defatted hemp pulp flour can be used in gluten-free pasta production together with rice flour.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11(11): 2080-2088, 2023

Kenevir Posası Unu ve Pirinç Unu İçeren Glütensiz Makarna Geliştirme Olanaklarının İncelenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 20.07.2023 Kabul : 13.10.2023</p> <p><i>Anahtar Kelimeler:</i> Makarna Kenevir unu Pirinç unu Glüten Çölyak</p>	<p>Makarna besleyici olması ve kolay hazırlanabilir olması nedenleriyle sıkça tüketilen bir yiyecektir. Karbonhidrat içeriği yüksek olan makarna, Durum buğday unu ve yumurtanın yoğurulması ile elde edilen hamurun farklı şekillerde açılarak kurutulmasıyla üretilmektedir. Buğdayın protein bileşeni olan gluten, makarnada yüksek miktarda bulunmaktadır. Ancak glutene karşı alerjisi bulunan çölyak hastalarının glütensiz ürünler tüketmek zorunda olmasından ve glütensiz beslenmeyi tercih eden bireylerin taleplerinden dolayı glütensiz ürün pazarı giderek büyümektedir. Kenevir tohumu yüksek miktarda uçucu yağ içeriğinden dolayı kenevir yağı eldesinde kullanılmaktadır. Fakat yağı ayrılan kenevir posasının atık olmasını önlemek ve yüksek besleyici özelliklerini değerlendirmek amacıyla öğütülerek un haline getirilebilmektedir. Bu amaçla, bu çalışmada soğuk baskı ile yağı alınmış kenevir ununun glütensiz diğer bir un çeşidi olan pirinç ununun farklı oranlarda (%100-75/25-50/50) karıştırılması ile makarna örnekleri üretilmiştir. Elde edilen örneklerin fiziksel analizleri (ağırlık ve hacim artışı, renk, suya geçen madde miktarı), toplam fenolik madde miktarı analizi ve duyu analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmiş olup duyu analiz verileri çok kriterli karar verme tekniklerinden TOPSIS yöntemi ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kenevir posası unu miktarı arttıkça hacim ve ağırlık artışı meydana gelmekte, duyu kabul edilebilirlik azalmakta ancak fenolik madde miktarı artış göstermektedir. Araştırma bulgularına göre, yağı alınmış kenevir posası ununun pirinç unu ile birlikte glütensiz makarna üretiminde kullanılabilmesi söylenebilir.</p>

^a ehastaoglu@cumhuriyet.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0001-8802-6632>

^c zkelek90@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5456-5088>

^c dilaracapar118@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0261-3607>



Giriş

Cannabaceae familyasından olan kenevirin, bitkisel hammadde kaynaklarından en eskisi olduğu bilinmektedir. Ayrıca kenevir tıbbi, lif ve gıda gibi amaçlarla kullanılmakla beraber yüzyıllardır ekimi yapılan otsu bitki çeşitlerindedir (Onay ve Yıldırım, 2020). *Cannabis* cinsinin birçok alt türünün var olduğu tartışmalı bir konu olmakla beraber kenevirin yaygın olarak bilinen üç türü bulunmaktadır. Bu türler *Cannabis sativa*, *Cannabis indica* ve *Cannabis ruderalis*'tir (Kew, 2022). Endüstriyel kenevir olarak da bilinen *C. sativa* türünün üretimi medikal, dokuma ve gıda amaçlarıyla kullanılmaktadır. Endüstriyel kenevir türünün içerisine psikoaktif bir madde olan delta 9-tetrahidrokannabinol (THC) oranı %0,2 (w/v)'yi geçmezken sanayi tipi kenevirden farklı olarak uyuşturucu üretiminde kullanılan kenevir çeşidinde bu madde yüksek miktarda bulunmaktadır (Nissen, ve ark., 2010). Bundan dolayı düşük THC içeren endüstriyel kenevir türü üretimi yasakken narkotik türü kenevir üretimine ise çoğu ülkede izin verilmemektedir (Pellegrini, 2005).

Kenevir tohumu edistin (legumin) ve albümin olmak üzere iki ana protein içermektedir. Bu proteinler önemli ölçüde esansiyel amino asit içermektedir. Amino asitlerin içerisinde özellikle kalp sağlığı açısından yararlı olan arginin oldukça fazla bulunmaktadır (Radočaj ve ark., 2014). Kenevir tohumu unu proteinlerinin elverişli enzimler uygulanarak hidrolize edilmeleri, lipid peroksidasyon değerini düşüren antioksidan peptitleri içermelerinden dolayı yüksek tansiyon gibi hastalıkları engelleme konusunda olumlu tesirleri bulunmaktadır (Girgih ve ark., 2014). Callaway (2004), tarafından yapılan çalışmada kenevir posasının önemli miktarlarda diyet lif, vitamin ve mineral içerdiği, %30'dan fazla yağ ve %25 protein içeriğine sahip olduğu tespit etmiştir. Kenevir tohumunun sahip olduğu bu besleyici özelliklerden yola çıkılarak bir kişi gün içerisinde 100 gr kenevir tohumu tüketirse aynı gün beslenme ihtiyacını gidermek amacıyla herhangi bir besin maddesi tüketmesine gerek duyulmadığı belirtilmektedir (Kütük Dinçel, 2022). Bu bilgi ışığında kenevir tohumu, protein açısından insan beslenmesinde önemli bir kaynak olarak kullanılabilir (Wang, 2018). Günümüz dünyasında besleyici değeri yüksek ve fonksiyonel gıdalar ile zenginleştirilmiş bisküvi, makarna, ekmekek gibi ürünlerin tüketici taleplerinde artış görülmektedir. Tüketici taleplerindeki bu artış üreticileri özellikle unlu mamullerin fonksiyonelliğini artırmaya yönlendirmiştir. Üreticilerin talepleri karşılama meyve, sebze lifleri, bitki tohumları, tam tane tahıllar, kuru baklagiller bu ürünlerin içerisine katılarak protein içeriği yüksek zenginleştirilmiş ürünlerin piyasaya sunulurken (Hayıt ve Gül, 2020), protein içeriği bakımından zenginleştirilmiş ekmekek, poğaç ve makarna gibi unlu mamullerin üretimi keten tohumu, chia tohumu gibi ürünler kullanılarak yapılabilmektedir. Unlu mamuller içerisinde özellikle besin değeri ve kolay hazırlanması bakımından makarna çokça tercih edilen bir gıda maddesidir. Taze ya da kuru bir formda olan makarna, durum buğdayı irmiğinin su ile karışımından elde edilen hamura şekil verilmesiyle hazırlanan bir gıda olarak tanımlanmaktadır (Türk Gıda Kodeksi, 2022). Makarna çeşitleri, makarna irmiğine farklı gıda öğelerinin katılıp karıştırılmasıyla elde edilebilmektedir. Tam buğday, sade,

zenginleştirilmiş, çeşnili ve güçlendirilmiş makarna çeşitlerini içermektedir (Kunt, 2018).

Buğday, çavdar, arpa, yulaf gibi glüten içeren gıdaların tüketilmesiyle beraber bağırsaklarda meydana gelen bir emilim düzensizliği olan çölyak, her yaşta ortaya çıkabilecek bir hastalıktır (Green ve Jabri, 2003). Hastalığın ortaya çıkışından itibaren sürdürülmesi zorunlu olan glütensiz bir diyet olması ve dünya genelinde bu hastalığın artmasıyla beraber glüten içermeyen besinlere olan ilgi gün geçtikçe artış göstermektedir (Bayrakçı, 2020). Glüten içermeyen gıdaya olan talebin artış göstermesiyle sektör gittikçe genişlemekte fakat glütensiz gıdalarda genel olarak nişasta bazlı olmalarından dolayı birtakım besin öğeleri bakımından yetersiz kaldığı görülmüştür. Bu yetersizliğin giderilmesi amacıyla farklı fonksiyonel katkıları yönünde araştırmalar yapılmaktadır (Hayıt ve Gül, 2020).

Dünyanın önemli gıdalarından biri olarak gösterilen makarnanın besinsel değeri, tüketim ve üretim miktarı açısından yıllar içerisinde talep artış göstermektedir. Makarnanın besinsel değerini arttırmak amacıyla kenevir posası kullanarak üretiminin yapılabileceği düşünülmektedir. Makarnanın yanı sıra diğer unlu mamullerin üretiminde de kenevir posası kullanılarak besleyici özelliğinin artırılabilirliğinden söz edilebilir. Kenevir posası aynı zamanda içerisinde glüten barındırmadığı için çölyak hastalarının da bu bitkiden hazırlanan ürünleri tüketebilmelerine imkân sağlamaktadır.

Yapılan araştırmalar sonrasında kenevir posasının yağı alındıktan sonra kalan posanın değerlendirilebileceği ve glütensiz gıdalarda kullanımı ile glütensiz gıdaların besin değerinde artış sağlanabileceği düşünülmektedir.

Bu doğrultuda çalışmanın temel amacı, yağı alındıktan sonra atık hale gelen kenevir posasının un haline getirilip pirinç unu ile karıştırılarak glütensiz makarna üretimi olarak belirlenmiştir. Hem çölyak hastalarına alternatif bir ürün geliştirilmesi, hem de kenevir posasının yeni bir ürüne dönüştürülerek israfının önlenmesi de bu çalışmanın alt amaçlarını oluşturmaktadır.

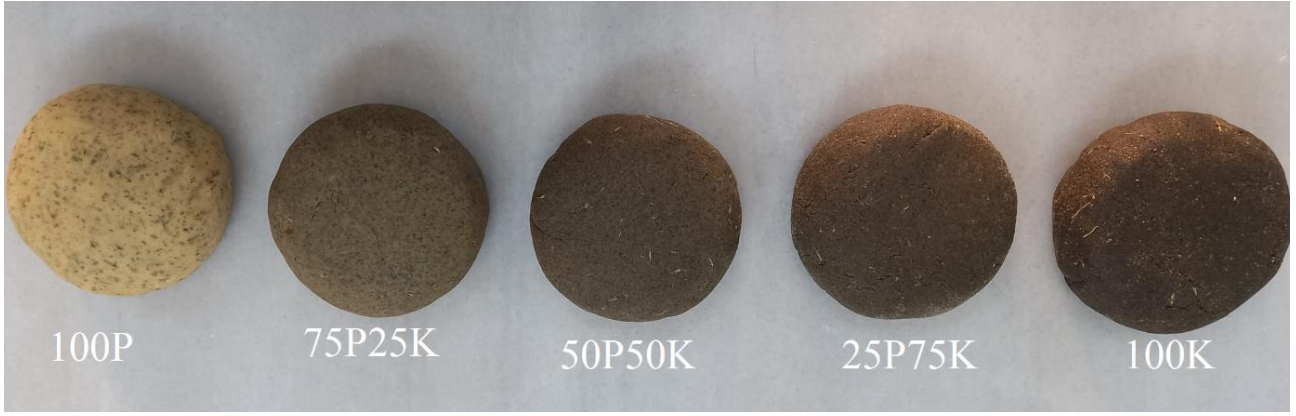
Materyal ve Yöntem

Materyal

Glütensiz makarna üretiminde kullanılan yağı alınmış kenevir unu Glokim Ltd. Şti. (Türkiye), pirinç unu Kent (Türkiye) ve kullanılan diğer malzemeler zeytinyağı, yumurta, tuz, pul biber, karabiber, biberiye, kekik ve nane ise yerel firmalardan temin edilmiştir.

Makarna Üretimi

Çalışma kapsamında yağı alınmış kenevir posası unu ve pirinç unu kullanılarak glütensiz makarna örneklerinin hazırlanması amacıyla ön denemelerle belirlenmiş olan farklı içeriklere sahip 5 farklı makarna örneği hazırlanmıştır. Her örnek 250 gr un içermekte olup bunların un oranları Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'deki her bir un karışımına 9 mL zeytinyağı, 3 adet orta boy yumurta, 10 g tuz, 2 g kuru nane, 1 g kekik, 1 g biberiye, 1 g pul biber, 0,5 g karabiber, 0,5 g kırmızı toz biber ilave edilmiştir.



Şekil 1. Yağı alınmış kenevir posası unu ve pirinç unu karışımları ile hazırlanan makarna hamuru örneklerinin görselleri (P: Pirinç Unu; K: Kenevir Unu)

Figure 1. Images of pasta dough samples prepared with defatted hemp pulp flour and rice flour mixtures (P: Rice Flour; K: Hemp Flour)

Çizelge 1. Yağı alınmış kenevir posası unu ve pirinç unu karışımları ile hazırlanan makarna örneklerine ait un karışım oranları
Table 1. Flour mixture ratios of pasta samples prepared with defatted hemp pulp flour and rice flour mixtures

Örnek Adı	Yağı Alınmış Kenevir Unu	Pirinç Unu
100P	-	250 g
75P25K	62.50 g	187.5 g
50P50K	125 g	125 g
25P75K	187.50 g	62.5 g
100K	250 g	-

İlk olarak un ve baharatlar karıştırılıp mermer tezgâhın üzerine alınmıştır. Ardından zeytinyağı ve yumurta eklenerek tüm malzemelerin homojen olarak yoğurulmasıyla hamur elde edilmiştir. Yoğurulan hamur 20 dakika dinlendirilmiştir (Şekil 1). Dinlendirilmiş makarna hamurları, bezelere ayrılarak merdane yardımıyla 5 mm kalınlıkta açılmıştır. Ardından makarna makinesinde inceltirilerek yassı ve enli (fettucini) olacak biçimde kesilmiştir. Daha sonra 2 L kaynar suya 4 g tuz eklenerek makarna örnekleri 8 dakika süreyle haşlanmıştır. Süzülen makarna örnekleri duyuşsal analize tabi tutulmuştur.

Yöntem

Makarna Örneklerinin Ağırlık ve Hacim Artış Analizi

Makarna örneklerinde ağırlık artışı analizi için 20 gr çiğ makarna 250 ml saf suda 8 dakika pişirilmiştir. Ardından örnekler süzülerek pişmiş ağırlıkları tespit edilmiştir. Çiğ ve pişmiş örnekler arasındaki fark yüzde olarak hesaplanmıştır. Makarna örneklerine hacim artışı analizi için içinde saf su olan mezura 20 g çiğ makarnanın taşıdığı suyun hacmi tespit edilmiştir. Ardından 20 g çiğ makarna 250 ml saf suda 8 dakika pişirilip süzülükten sonra içinde saf su olan ölçü silindiri yardımıyla pişmiş makarna örneğinin taşıdığı suyun hacmi tespit edilmiştir. Çiğ ve pişmiş örnekler arasındaki fark % hacim artışı olarak hesaplanmıştır (Kahveci ve Özkaya, 1989; Özkaya ve Kahveci, 1990).

Makarna Örneklerinin Renk Analizi

Makarna örneklerinin renk değerleri (L^* değeri [(0) siyah-(100) beyaz], a^* değeri [(+) kırmızı-(-) yeşil] ve b^* değeri [(+) sarı-(-) mavi]), Francis (1998)'e göre, Minolta CR-400 (Konica Minolta, Osaka, Japonya) cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Francis, 1998).

Makarna Örneklerinin Suya Geçen Madde Miktarı Analizi

Makarna örneklerinin suya geçen kuru madde miktarının belirlenmesi için; 20 g makarna örneği, kaynayan 250 mL saf su içerisinde 8 dakika pişirilerek süzümüştür. Elde edilen süzüntü örneklerinden 25 ml alınarak beherlere içerisine koyularak süzüntüler 100°C 1 saat 15 dakika boyunca su banyosunda bırakılmıştır. Daha sonra 135°C etüvde 2 saat bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan beherlerin önce toplam ağırlıkları ardından boş ağırlıkları tespit edilerek suya geçen kuru madde miktarı % olarak hesaplanmıştır (Kahveci ve Özkaya, 1989).

Fenolik Madde Analizi

Makarna örneklerinin toplam fenolik miktarı gallik asit cinsinden Folin-Ciocalteu metodu ile spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik madde analizi için 5 g makarna örneği tartılmış ve üzerine 25 mL %80'lik metanol eklenmiş ve 300 rpm'de 20°C 1 saat çalkalanıp bir beherde toplanmıştır. Elde edilen karışım kaba filtre kağıdı ile süzümüştür. 0.5 mL süzüntü üzerine 0.5 mL 10 kat seyreltilmiş Folin-Ciocalteu çözeltisi ilave edilip çalkalandıktan sonra %35'lik aşırı doymuş 1 mL Na₂CO₃ eklenmiştir. Daha sonra 1 mL saf su eklenerek vortekslenmiş ve karanlık ortamda 30 dakika bekletilmiştir. Kör örnek için aynı prosedür saf suya uygulanmıştır. Örneklerin absorbanları 765 nm'de UV spektrofotometre (Optima SP3000, Japonya) ile ölçümüştür. Toplam fenol miktarları gallik asit kalibrasyon eğrisi ($y=0.0569x + 0.0084$, $R^2 = 0.9974$) üzerinden hesaplanmıştır. Sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri/g örnek (mg GAE/g) olarak ifade edilmiştir (Zadernowski ve ark., 2009).

Duyusal Analiz

Makarna örneklerinin duyusal analizi üç tekrar olarak Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü'nde öğrenim gören ve eğitilmiş 20 panelist grubu (10 kız-10 erkek) tarafından gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirmenin yapılması için etik kurul izni, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Sosyal ve Beşeri Bilimler Kurulu'nun 04.08.2022 tarih ve 191647'nolu kararına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Panelistlerden makarna örneklerini lezzet, görünüş, renk ve koku kriterlerini 5'lik hedonik skalaya göre değerlendirmeleri istenmiştir. (5-Çok beğendim, 1- Hiç beğenmedim). Elde edilen puanların ortalaması alınarak her bir duyusal özelliğin puan ortalaması hesaplanmıştır (Gimenez ve ark., 2013). Değerlendirme, sıcaklık kontrollü (20-25 °C) ve beyaz ışıklı bireysel kabinlerle donatılmış bir duyusal analiz laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara, kalıntı etkileri en aza indirmek için numuneler arasında su içmeleri bilgisi verilmiştir.

TOPSIS Metodunun Uygulanması

TOPSIS yönteminin algoritmik adımları aşağıda verilmiştir (Rao, 2007; Özdağoğlu, 2013; Yücel, 2018)

Adım 1: Karar Matrisi Oluşturma

Karar matrisi, karar verme sürecinde kullanılan bir araçtır. Karar matrisi, karar verici tarafından belirlenen karar seçenekleri ve değerlendirme ölçütleri altında oluşturulan bir $n \times m$ boyutlu matristir. Burada, n , karar seçeneklerinin sayısını temsil ederken, m ise değerlendirme kriterlerinin sayısını temsil eder.

Bu matris, her bir satırı bir karar seçeneğini temsil edecek şekilde düzenlenir. Her bir sütun ise bir değerlendirme ölçütünü temsil eder. Karar verici, her seçeneğin her ölçüt altında nasıl değerlendirileceğine dair puanlamalar yaparak bu matrisi oluşturur.

Karar matrisi, objektif ve yapılandırılmış bir şekilde karar verme sürecine rehberlik eder. Bu, karmaşık kararları daha anlaşılır hale getirir ve karar vericilere kararlarını temellendirmede yardımcı olur.

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2m} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Yukarıdaki (1) ifadesi ile tanımlanan "D" karar matrisi, satırları karar seçeneklerini ve sütunları ölçütleri temsil eder. "d_{ij}" ifadesi ise i seçeneğinin j ölçütüne göre ($i=1,2,\dots, n, j=1,2,\dots, m$) mevcut performansını gösterir.

Adım 2: Standart Karar Matrisi (Normalize Matrisi) Oluşturma

Karar matrisinin her bir ölçütüne ait değerlerin kareleri toplamının (sütun değerlerinin kareleri toplamının) karekökü alınarak, ilgili sütundaki her eleman bu çıkan değere bölünerek standart karar matrisi oluşturulur. Eğer karar matrisinin herhangi bir elemanının değeri 0 ise, standart karar matrisinde ilgili elemanın değeri de 0 olur.

Normalize edilmiş karar matrisi şu şekilde tanımlanabilir:

$D_{ij} = i$ seçeneğinin j ölçütüne göre ($i=1,2,\dots, n, j=1,2,\dots, m$) mevcut performansını gösteren karar matrisinin her elemanı $N_{ij} =$ Standart karar matrisinde i seçeneğinin j ölçütüne göre normalize edilmiş değeri.

Bu adım, farklı ölçütler altında karar seçeneklerini karşılaştırmak için değerlendirmeyi yaparken kullanılır ve karar matrisinin ölçeklenebilir ve tutarlı bir yapıya dönüştürülmesini sağlar.

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix} \quad (2)$$

R standart karar matrisinin elemanları

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{d_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m d_{kj}^2}}, & i=1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,m \\ 0, & d.y. \end{cases} \quad (3)$$

biçiminde hesaplanır.

Adım 3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisi Oluşturma

Bu adımda, değerlendirme ölçütlerine ilişkin ağırlık değerleri ($w_i, i=1,2,\dots, m$) belirlenir. Ağırlık değerleri, karar verici tarafından belirlenir ve her bir ölçütün önem düzeyini gösterir.

Daha sonra, standart karar matrisi (normalize matrisi) elde edilen değerler, ilgili ölçütlerin ağırlık değerleri ile çarpılarak ağırlıklı standart karar matrisi oluşturulur. Bu matris, karar seçeneklerinin değerlendirme ölçütleri altındaki performansını ağırlıklandırılmış bir şekilde yansıtır.

Bu adım, karar verme sürecinde farklı ölçütlerin etkisini dikkate almak ve karar seçeneklerini ağırlıklandırarak daha dengeli ve bilgi temelli bir değerlendirme yapmak için kullanılır. Ağırlıklı standart karar matrisi, karar vericilere daha kapsamlı ve dikkate değer sonuçlar sunar ve daha iyi kararlar almalarına yardımcı olur.

Burada, $\sum_{i=1}^m w_i = 1$ dir.

Ağırlıklandırma yaklaşımı, TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) yönteminde karar verme aşamasında subjektif yönü ortaya koyar. Bu nedenle, ağırlıklandırma işlemi kriterlerin önem derecesine göre yapılmaktadır. R matrisinin elemanları, ilgili ağırlık değerleri ile çarpılarak ağırlıklı standart karar matrisi V oluşturulur.

TOPSIS yönteminde, ağırlıklandırılmış standart karar matrisi (V), karar verme sürecinde kriterlerin etkisini belirlemeye yardımcı olur. Ağırlıklar, karar verici tarafından belirlenen önem düzeylerini yansıtır. Bu sayede, farklı ölçütlerin katkısını dikkate alarak, en iyi seçeneği belirlemek için daha dengeli ve objektif bir değerlendirme yapılabilir.

Bu adım, karar verme sürecinde, her ölçütün ne kadar önemli olduğunu belirlemek ve kararların daha adil ve bilgi temelli olmasını sağlamak için önemlidir. Ağırlıklandırılmış standart karar matrisi, karar vericilere daha kapsamlı bir değerlendirme yapma imkanı sunar ve en uygun seçeneği belirlerken objektif bir yaklaşım sağlar.

TOPSIS yöntemi, çok kriterli karar verme problemlerinde etkili bir araçtır ve ağırlıklandırma adımı, karar vericilere kişisel tercih ve öncelikleri yansıtmaya imkanı sunar. Böylece, daha gerçekçi ve uygun kararlar alınabilir.

$$V = \begin{bmatrix} w_1r_{11} & w_2r_{12} & \dots & w_mr_{1m} \\ w_1r_{21} & w_2r_{22} & \dots & w_mr_{2m} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_1r_{n1} & w_2r_{n2} & \dots & w_mr_{nm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1m} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2m} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ v_{n1} & v_{n2} & \dots & v_{nm} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Adım 4: Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri Elde Etme

V matrisi kullanılarak, değerlendirme ölçütünün amacına göre her bir ölçüt için pozitif ideal ve negatif ideal çözüm kümeleri elde edilir. Eğer değerlendirme ölçütleri fayda cinsinden ise, pozitif ideal çözüm, V matrisinin sütunlarının en büyük değerlerini içerirken, negatif ideal çözüm, V matrisinin sütunlarının en küçük değerlerini içerir. Eğer değerlendirme ölçütleri maliyet cinsinden ise, pozitif ideal çözüm, V matrisinin sütunlarının en küçük değerlerini içerirken, negatif ideal çözüm, V matrisinin sütunlarının en büyük değerlerini içerir.

Bu adımda, her ölçüt altında ideale yakınlığı ölçmek için pozitif ve negatif ideal çözüm değerleri belirlenir. Bu değerler, TOPSIS yöntemiyle en uygun seçeneği belirlerken ideale ne kadar yakın olduğumuzu gösterir. Pozitif ideal çözüme ne kadar yakınsak, o kadar iyi bir performans sergilediğimizi gösterirken, negatif ideal çözüme ne kadar yakınsak, o kadar kötü bir performans sergilediğimizi gösterir.

Burada, pozitif ideal çözüm kümesi

$$V^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_m^+\}$$

ve negatif ideal çözüm kümesi

$$V^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_m^-\}$$

biçiminde tanımlıdır.

Adım 5: Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerlerine Olan Uzaklık Değerlerinin Belirlenmesi

Her bir karar seçeneğine ilişkin değerlendirme ölçütlerinin pozitif ideal ve negatif ideal çözüm değerlerinden sapmalarını bulmak için Öklid yaklaşımından yararlanılır. Uzaklık değerleri, seçeneklerin pozitif ideal çözüme ve negatif ideal çözüme olan uzaklıklarını ölçer.

Bu adımda, her bir karar seçeneğinin pozitif ideal çözüme göre ne kadar yakın olduğu ve negatif ideal çözüme göre ne kadar uzak olduğu belirlenir. Uzaklık değerleri, TOPSIS yöntemiyle en uygun seçeneği belirlerken seçeneklerin ideallere olan yakınlığını gösterir ve karar verme sürecine önemli bir katkı sağlar.

Öklid yaklaşımı, farklı ölçütler arasında uzaklığı hesaplama yöntemidir ve bu adımda kullanılarak seçeneklerin ideal değerlere olan yakınlığı ölçülmüş olur. Uzaklık değerleri

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^+)^2}, \quad i=1,2,\dots,n \quad (5)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad i=1,2,\dots,n \quad (6)$$

biçiminde elde edilir. Buna göre, karar seçeneği sayısı kadar uzaklık değerleri hesaplanır.

Adım 6: İdeal Çözüme Göreli Yakınlık Katsayılarının Hesaplanması

Her bir karar seçeneğinin ideal çözüme göreli yakınlık katsayılarının hesaplanmasında, pozitif ideal ve negatif ideal çözüm değerlerinden uzaklıklar kullanılır.

Bu adımda, her karar seçeneği için ideal çözüme göre ne kadar yakın olduğunu ölçmek için iki farklı uzaklık hesaplanır: pozitif ideal çözüme olan uzaklık ve negatif ideal çözüme olan uzaklık. Bu uzaklıklar kullanılarak her bir karar seçeneğinin ideal çözüme göreli yakınlık katsayısı elde edilir.

İdeal çözüme göreli yakınlık katsayıları, her bir seçeneğin ideale ne kadar yakın olduğunu gösterir. Bu değerler, TOPSIS yöntemiyle en uygun seçeneği belirlerken seçeneklerin ideale olan yakınlığını gösterir ve karar verme sürecine önemli bir katkı sağlar.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}, \quad i=1,2,\dots,n \quad (7)$$

eşitliği ile her bir karar seçeneği için göreli yakınlık değerleri hesaplanır. Burada, $0 \leq C_i^* \leq 1, i=1,2,\dots,n$ dir. Eşitlik (7), negatif ideal çözüme uzaklığın toplam uzaklık içindeki payıdır. Buna göre, 1'e yakın $C_i^*, i=1,2,\dots,n$ karar seçenekleri öncelikli olarak tercih edilir.

İstatistiksel Analiz

Veriler IBM SPSS 23.0 paket yazılımı kullanılarak One-way ANOVA ile ayrı ayrı analiz edilmiştir. Üç kez yapılan ölçümlerin ortalama değerleri alınmıştır. Tüm modeller için sabit faktörler kenevir posası unu miktarıdır (%0-25-50-75-100). Gruplar arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farklar Tukey HSD (Honestly Significant Difference) testine tabi tutulmuştur ($P < 0.05$). (Adler & Parmryd, 2010).

Bulgular

Farklı bileşimlere sahip makarna örneklerine ait pişme sonrası ağırlık artışı (%), hacim artışı (%) ve suya geçen kuru madde miktarı (%) sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde örneklerin ağırlık artışı sonuçları arasında istatistiksel olarak fark olduğu ($P<0,05$), en yüksek ağırlık artışının sadece pirinç unundan yapılan makarna örneğinde (100P), en düşük ağırlık artışının sadece kenevir posası unundan yapılan makarna örneğinde (100K) olduğu görülmüştür. Hacim artışı makarnanın pişirilmesi sırasında önemli bir kalite parametresidir (Cankurtaran, 2016). Tamamen kenevir posası unu içeren örneğin hacim artışı ortalama %78,12 bulunurken bu değer Teterycz ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmadaki bulgulara yakın bulunmuştur. Çalışmada elde edilen veriler incelendiğinde, makarnadaki pirinç unu miktarı arttıkça hacim artış oranı artmakta, kenevir posası unu arttıkça hacim artışı azalmaktadır. Pirinç unu kenevir posası unu içeren makarna örneklerinin hacim artışı sonuçları arasında istatistiksel fark varken ($P<0,05$), suya geçen kuru madde oranı sonuçları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür ($P>0,05$). Bu durumun pirinçte bulunan yüksek miktarda nişasta nedeniyle makarna örneklerinin suda pişirilme sürecinde su tutma kapasitesi artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Makarna örneklerinin enstrümental renk özellikleri (L^* , a^* , b^*) incelenmiştir ve sonuçlar Çizelge 3’de verilmiştir. L^* değeri parlaklık özelliğini simgelemekte olup (Özdoğan, 2021) makarna örneklerinin pirinç unu miktarı arttıkça parlaklığı arttığı, kenevir posası unu

miktarı arttıkça parlaklığın azaldığı görülmüştür ($P<0,05$). Örneklerin a^* (yeşil-kırmızı) değerleri arasında da istatistiksel olarak fark olduğu kenevir posası unu miktarı arttıkça kırmızılık azaldığı yeşillik değerinin arttığı belirlenmiştir. Benzer şekilde makarna örneklerinin b^* (mavi-sarı) değerlerinin arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$). Örneklerin pirinç unu miktarı arttıkça sarılık değeri arttığı kenevir miktarı arttıkça sarılık değeri azaldığı söylenebilir. Kenevir posası ununun koyu renkte olması nedeniyle, kenevir posası unu miktarına bağlı olarak enstrümental renk değerlerinin değiştiği söylenebilir.

Bu çalışmaya benzer şekilde, yapılan bir çalışmada farklı oranlarda kenevir unu kullanılarak hazırlanan ekmekek örneklerinde, örneklerdeki kenevir unu miktarı arttıkça L^* , a^* ve b^* değerlerinin istatistiksel olarak azaldığı görülmüştür (Pojić ve ark., 2015).

Gıdalardaki fenolik madde içeriği besin özellikleri açısından son derece önemlidir. Bitkilerin farklı aromalara ve özelliklere sahip olmasını sağlayan fenolik bileşikler, aynı zamanda bağışıklık sistemini de korumaktadır (Sarıkaya, 2022). Fenolik bileşiklerce zengin gıdalar fonksiyonel özellikleri ile beslenme açısından da önemlidir.

Bu çalışmada pirinç unu ve kenevir posası unu kullanılarak üretilen makarna örneklerinin toplam fenolik madde analizleri yapılmış ve örnekler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$) görülmüştür (Çizelge 4).

Çizelge 2. Makarna örneklerine ait ağırlık artışı (%), hacim artışı (%) ve suya geçen madde miktarı (%)

Table 2. Weight gain (%), volume gain (%) and water content (%) of pasta samples

Örnekler	Ağırlık Artışı (%)	Hacim Artışı (%)	Suya Geçen Kuru Madde (%)
100P	88,233±3,089 ^b	112,50±0,00 ^a	1,114±0,196 ^a
75P25K	85,366±6,596 ^b	100,00±8,83 ^{ab}	1,168±0,291 ^a
50P50K	74,133±3,568 ^{ab}	100,20±9,12 ^{ab}	1,214±0,135 ^a
25P75K	75,600±7,155 ^{ab}	93,75±0,00 ^{ab}	1,155±0,351 ^a
100K	63,066±11,209 ^a	78,12±13,25 ^b	1,020±0,360 ^a

a-b Aynı sütundaki farklı harfler veriler arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğu anlamına gelmektedir ($P<0,05$)

Çizelge 3. Makarna örneklerine ait enstrümental renk değerleri (L^* , a^* , b^*)

Table 3. Instrumental color values of pasta samples (L^* , a^* , b^*)

Örnekler	L^*	a^*	b^*
100P	52,603±1,445 ^d	5,436±0,677 ^d	28,035±1,734 ^c
75P25K	29,871±3,154 ^c	1,631±0,255 ^c	23,273±2,252 ^b
50P50K	19,595±2,954 ^b	-1,090±0,838 ^b	20,823±1,237 ^{bc}
25P75K	14,356±0,068 ^a	-3,928±1,118 ^a	18,056±3,527 ^a
100K	11,308±2,090 ^a	-5,303±1,874 ^a	16,813±2,783 ^a

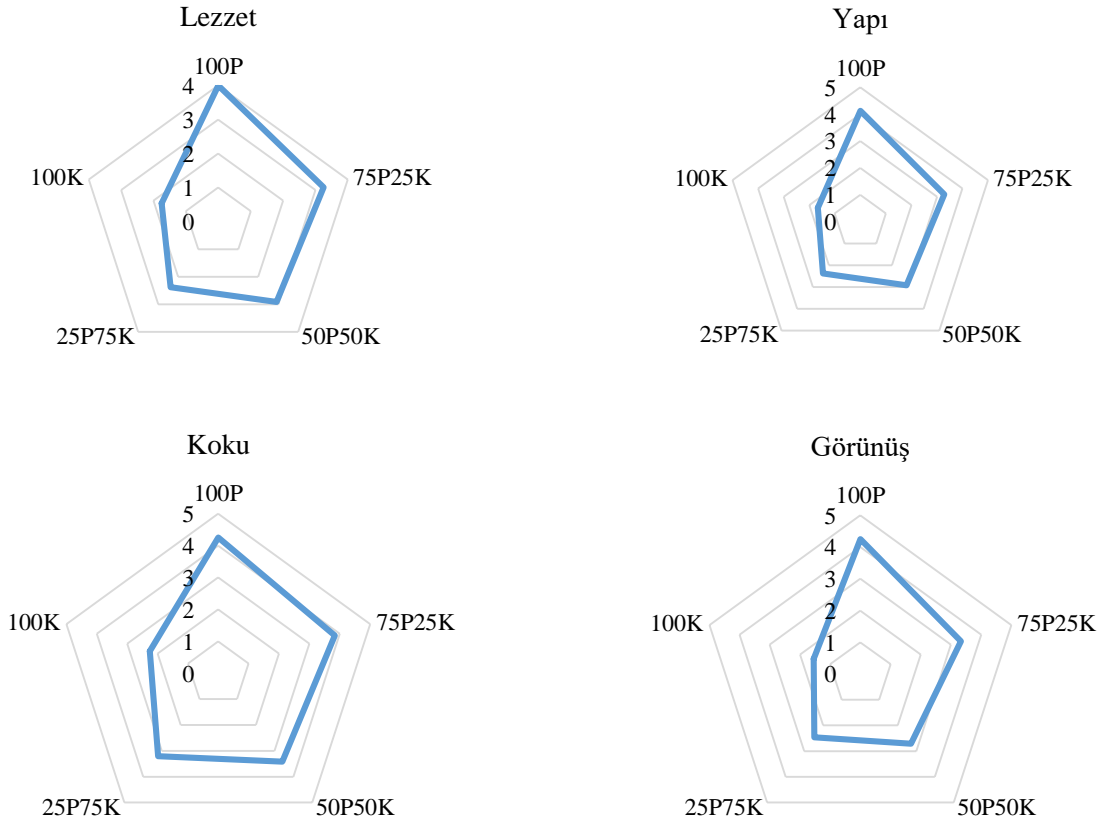
a-c Aynı sütundaki farklı harfler veriler arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğu anlamına gelmektedir ($P<0,05$)

Çizelge 4. Farklı içerikteki makarna örneklerine ait toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g)

Table 4. Total phenolic content of pasta samples with different contents (mg GAE/g)

Örnekler	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g)
100P	69,167±7,071 ^a
75P25K	100,833±7,071 ^{ab}
50P50K	119,583±10,017 ^{bc}
25P75K	138,750±11,196 ^c
100K	149,166±5,892 ^c

a-c Aynı sütundaki farklı harfler veriler arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğu anlamına gelmektedir ($P<0,05$)



Şekil 2. Farklı içerikteki makarna örneklerine ait duyu analizi sonuçları
Figure 2. Sensory analysis results of pasta samples with different ingredients

Sadece pirinç unundan elde edilen makarna örneklerinin toplam fenolik madde miktarı 69,167 mg GAE/g olduğu pirinç unu miktarı azalıp kenevir posası unu miktarı arttıkça toplam fenolik madde miktarının arttığı görülmüştür. Fenolik madde miktarı en yüksek olan makarna örneği sadece kenevir posası unu kullanılarak elde edilen makarna örneği olduğu söylenebilir. Kenevirin yüksek oranda fenolik madde içeriğinden dolayı (Doğan ve Doğan, 2021) örneklerin kenevir posası unu arttıkça fenolik madde miktarının arttığı söylenebilir.

Benzer şekilde Korus ve ark. (2017) tarafından, farklı oranlarda kenevir unu ilavesi ile üretilen glutensiz bisküvi örnekleri üzerine yapılmış olan çalışmada kenevir ununun bisküvi örneklerindeki fenolik madde içeriğini %41-143 oranında arttırdığı belirlenmiştir.

Yapılan diğer çalışmalarda ise eksturude edilen pirinç unu-tam tane kenevir unu karışımlarının pirinç unu-yağı alınmış kenevir unu karışımlarına göre daha fazla fenolik madde içerdiği belirlenmiş olup (Norajit ve ark., 2011; Mikulec ve ark., 2019), kenevir unu ilaveli ekmeklerin standart ekmekte 256,43 mg GAE/g olan polifenol miktarının 673,59 mg GAE/g'a yükseldiği ifade edilmiştir.

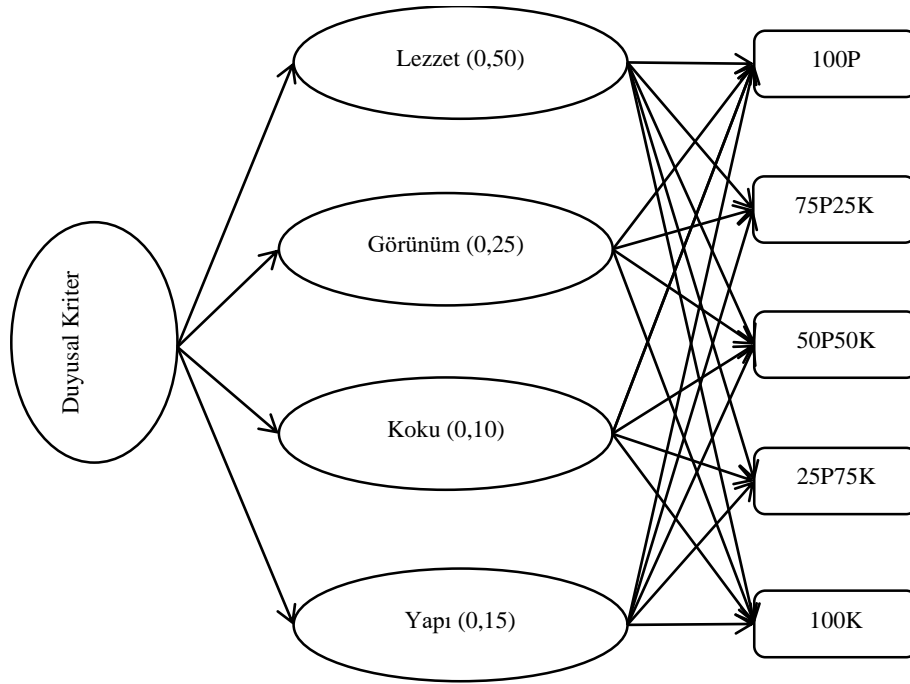
Farklı oranlarda pirinç unu ve kenevir posası unu kullanılarak elde edilen makarna örneklerinin duyu özellikleri incelendiğinde, lezzet, yapı, koku ve görünüş parametreleri değerlendirilmiş ve elde edilen verilerin istatistiksel olarak ve çok kriterli karar verme tekniği olan TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions) ile incelenmiştir.

Örneklerin duyu analizi sonuçlarına ait puanları Şekil 2'de verilmiştir. Lezzet açısından en yüksek puanı alan örnek tamamen pirinç unundan yapılan makarna örneği (100P) olduğu ve bu örneğin 75P25K ve 50P50K örnekleri arasında istatistiksel farkın olmadığı belirlenmiştir ($P<0,05$). En düşük puanı ise tamamen kenevir posası unundan yapılan makarna örneğinin olduğu görülmüştür. Benzer sonuçlar yapı, koku ve görünüş parametrelerinde de elde edilmiştir.

TOPSIS, birden fazla kriterin aynı anda etki gösterdiği karar vermede sıklıkla kullanılan bir tekniktir (Öztürk ve ark., 2014). Bu yöntem sayesinde çoklu kriterlerin bulunduğu karar matrisi oluştururken karar vericiler kriterleri farklı oranlarda ağırlıklandırarak karar verebilirler. Burada örneklere ait kriterlerin önem derecesine göre lezzet, görünüm, koku ve yapı sırasıyla %50, %25, %10 ve %15 oranlarında önem derecesi belirlenerek hiyerarşi oluşturulmuştur (Şekil 3).

Farklı oranlarda pirinç unu ve kenevir posası unu içeren makarna örneklerinin duyu parametreleri (lezzet, koku, yapı ve görünüş) TOPSIS ile değerlendirilmiş olup normalize ve ağırlıklandırılmış normalize matris değerleri Çizelge 5'de verilmiştir.

Örneklerin duyu parametreleri TOPSIS ile değerlendirildiğinde elde edilen ideal çözüme olan pozitif uzaklık (S_i^+) ve negatif uzaklık (S_i^-) ve performans puanları (C_i) ve sıralaması Çizelge 6'de verilmiştir. Bu verilere göre en çok beğenilen örnek tamamen pirinç unu kullanılarak üretilen örnek (100P) olduğu, kenevir posası unu miktarı arttıkça beğeni oranının düştüğü görülmüştür.



Şekil 3. Farklı oranlarda pirinç unu ve kenevir posası unu içeren makarna örneklerinin duyu özelliklerine göre karar verme hiyerarşisi
 Figure 3. Decision-making hierarchy based on sensory properties of pasta samples containing different proportions of rice flour and hemp pulp flour

Çizelge 5. Farklı içerikteki makarna örneklerine ait duyu analiz puanlarının normalize ve ağırlıklandırılmış TOPSIS değerleri
 Table 5. Normalized and weighted TOPSIS values of sensory analysis scores of pasta samples with different contents

	Örnekler	Lezzet	Koku	Görünüş	Yapı
Normalize Matris	100P	0,6045	0,6164	0,5496	0,634
	75P25K	0,4912	0,4919	0,4958	0,497
	50P50K	0,4408	0,4358	0,4419	0,404
	25P75K	0,3589	0,3549	0,4149	0,367
	100K	0,2645	0,2491	0,2910	0,230
Ağırlıklandırılmış Normalize Matris	100P	0,3022	0,09247	0,0550	0,159
	75P25K	0,2456	0,07378	0,0496	0,124
	50P50K	0,2204	0,06538	0,0442	0,101
	25P75K	0,1794	0,05324	0,0415	0,092
	100K	0,1322	0,03737	0,0291	0,058

Çizelge 6. Farklı içerikteki makarna örneklerine ait duyu analiz puanlarının ideal çözüme olan pozitif uzaklık (Si+) ve negatif uzaklık (Si-) ve performans puanları (Ci) ve sıralaması
 Table 6. Positive distance (Si+) and negative distance (Si-) and performance scores (Ci) and ranking of sensory analysis scores of pasta samples with different contents to the ideal solution

Örnekler	Si+	Si-	Ci	Sıralama
100P	0	0,207	1	1
75P25K	0,069	0,138	0,667	2
50P50K	0,104	0,103	0,498	3
25P75K	0,146	0,062	0,297	4
100K	0,207	0	0	5

Sonuç

Sağlık üzerine birçok olumlu etkisi bulunan kenevirin, işlenmesinin ardından kalan posasının değerlendirilmesi hem yüksek miktarda fenolik bileşiği açısından hem de atık olmasının engellenmesi açısından önemlidir. Farklı oranlarda yağı alınmış kenevir posası unu ile pirinç unu karışımlarıyla üretilen makarna örneklerinin kalite özelliklerinin incelemek amacıyla yapılmış olan bu çalışmada elde edilen bulgular değerlendirildiğinde yüksek

fenolik içeriği ve fiziksel özellikleri açısından kaliteli ve duyu açıdan kabul edilebilir makarna üretiminin mümkün olabileceği söylenebilir. Her ne kadar tamamen kenevir posası unu ile üretilen makarna örneklerinin duyu analiz puanları çok kriterli karar verme teknikleri ile değerlendirildiğinde duyu açıdan en az kabul edilebilir bulunsun da çeşitli oranlarda pirinç unu ile karıştırılarak makarna üretimi geliştirilebileceği

söylenbilir. Ayrıca glutensiz makarna hazırlamak ve kenevir posasını değerlendirilmek amaçlarıyla yağı alınmış kenevir posası ununu farklı unlarla karıştırarak makarna üretimi ya da benzer karışımlarla farklı ürünler geliştirilmesi tavsiye edilebilir.

Çıkar Çatışması

Bu çalışmayı yürüten yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Bilgi

Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında 1919B012106346 numaralı "Yağı alınmış kenevir posası unu ile zenginleştirilmiş makarnanın fiziksel ve duyu özelliklerinin belirlenmesi" başlıklı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Adler J, Parmryd I. 2010. Quantifying colocalization by correlation: the Pearson correlation coefficient is superior to the Mander's overlap coefficient. *Cytometry Part A*, 77(8), 733-742.
- Bayrakçı. HA. 2020. Besleyici Değeri Yüksek Glutensiz Makarna Üretiminde Havuç ve Nohut Ununun Kullanım İmkanlarının Araştırılması, Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Callaway JC. 2004. Hemp seed production in Finland. *Journal of Industrial Hemp*, 9(1), 97-103.
- Cankurtaran T. 2016. Dolgulu ve Dolgusuz Yaş Makarna Üretiminde Buğday Kepeği ve Buğday Ruşeymi Katkısının Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Doğan N, Doğan C. 2021. Mucizevi Bitki Kenevir'in (Cannabis sativa L.) Gıda Endüstrisinde Kullanımı. *Bozok Veterinary Sciences*, 2(2), 47-56.
- Francis FJ. 1998. Colour analyses, *Food Analysis* (SS Nielson, ed.).
- Giménez MA, González RJ, Wagner J, Torres R, Lobo MO, Samman NC. 2013. Effect of extrusion conditions on physicochemical and sensorial properties of corn-broad beans (*Vicia faba*) spaghetti type pasta. *Food Chemistry*, 136(2), 538-545.
- Girgih AT, He R, Malomo S, Offengenden M, Wu J, Aluko RE. 2014. Structural and functional characterization of hemp seed (Cannabis sativa L.) protein-derived antioxidant and antihypertensive peptides. *Journal of Functional Foods*, 6, 384-394.
- Green PH, Jabri B. 2003. Coeliac disease. *The Lancet*, 362 (9381), 383-391.
- Hayıt F, Gül H. 2020. The Importance of Cannabis and Its Use in Bakery Products. *Electronic Letters on Science and Engineering*, 16(1), 17-25.
- Kahveci B, Özkaya H. 1989. Farklı oranlarda ekmeklik buğday katılmış bazı durum çeşitlerinin makarnalık kalitesi üzerine araştırmalar. *Doğa*, 13(3), 1033-1047.
- Kew Science. 2019. The International Plant Names Index and World Checklist of Selected Plant Families 2019, Cannabis sativa L". *Plants of the World Online*, Royal Botanic Gardens, Kew, 2019. Available from: <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/>.
- Korus A, Gumul D, Krystyan M, Juszczak L, Korus J. 2017. Evaluation of the quality, nutritional value and antioxidant activity of gluten-free biscuits made from corn-acorn flour or corn-hemp flour composites. *European Food Research and Technology*, 243, 1429-1438.
- Kunt VH. 2018. Glutensiz bisküvi formülasyonlarının zenginleştirilmesi ve bisküvi kalitesinin artırılması, Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi
- Küttük Dinçel NG. 2022. İlk Üretim Yılında Sivas Ekolojik şartlarında Yetiştirilen Kenevir Bitkisinden Elde Edilen Tohumun Yağ oranı ve Yağ Asit Kompozisyonunun Belirlenmesi. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 5 (1), 11-16
- Mikulec A, Kowalski S, Sabat R, Skoczylas Ł, Tabaszewska M, Wywrocka-Gurgul A. 2019. Hemp flour as a valuable component for enriching physicochemical and antioxidant properties of wheat bread. *LWT*, 102, 164-172.
- Nissen L, Zatta A, Stefanini I, Grandi S, Sgorbati B, Biavati B, Monti A. 2010. Characterization and antimicrobial activity of essential oils of industrial hemp varieties (*Cannabis sativa* L.). *Fitoterapia*, 81(5), 413-419.
- Norajit K, Gu BJ, Ryu GH. 2011. Effects of the addition of hemp powder on the physicochemical properties and energy bar qualities of extruded rice. *Food Chemistry*, 129(4), 1919-1925.
- Onay A, Yıldırım H, Ekinci R. 2020. Kenevir, Cannabis sativa L. Palme Yayınevi, Ankara.
- Özdağoğlu, A. 2013. Farklı Normalizasyon Yöntemlerinin TOPSIS'te Karar Verme Sürecine Etkisi. *Ege Akademik Bakış*, 13(2), 245.
- Özdoğan G. 2021. Gıdalarda Kullanılan Renk Analizleri. *Gıdalarda Renk*, Ed. Hastaoğlu, E. 53-84, Akademisyen Yayınevi, İzmir
- Özkaya H, Kahveci B, Seçkin R. 1989. Una değişik yöntemlerle kurutulmuş gluten katarak ekmeklik kalitesini düzeltme olanakları, 2. Kurutulmuş glutenlerin muhtelif unların ekmeklik kalitesine etkisi. TÜBİTAK, Doğa, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 13, 1215-1227.
- Öztürk G, Doğan M, Toker OS. 2014. Physicochemical, functional and sensory properties of mellorine enriched with different vegetable juices and TOPSIS approach to determine optimum juice concentration. *Food Bioscience*, 7, 45-55.
- Pellegrini M, Marchei E, Pacifici R, Pichini S. 2005. A rapid and simple procedure for the determination of cannabinoids in hemp food products by gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 36(5), 939-946.
- Radočaj O, Dimić E, Tsao R. 2014. "Effects of hemp (Cannabis sativa L.) seed oil press-cake and decaffeinated green tea leaves (Camellia sinensis) on functional characteristics of gluten-free crackers". *Journal of Food Science*. 79: C318-C325.
- Rao RV. 2007. Decision making in the manufacturing environment: using graph theory and fuzzy multiple attribute decision making methods 2: 294. London: Springer.
- Sarıkaya B. 2022. Bağışıklık Sistemi ve Antioksidanlar. *Sağlık & Bilim 2022: Beslenme-1*, 163.
- Teterycz D, Sobota A, Przygodzka D, Łysakowska P. 2021. Hemp seed (Cannabis sativa L.) enriched pasta: Physicochemical properties and quality evaluation. *Plos one*, 16(3), e0248790.
- Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği. 2022. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Wang Q, Jin Y, Xiong YL. 2018. Heating-aided pH shifting modifies hemp seed protein structure, cross-linking, and emulsifying properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(41), 10827-10834.
- Yücel YB. 2018. Çok kriterli karar verme teknikleri ile tekstil sektöründe en uygun tedarikçi seçimi ve bir yazılım uygulaması Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi.
- Zadernowski R, Czaplicki S, Naczka M. 2009. Phenolic acid profiles of mangosteen fruits (*Garcinia mangostana*). *Food Chemistry*, 112(3), 685-689.