



Gastronomi Alanında Bulanık Mantık Kullanarak Etin Pişme Oranını Tahmin Eden Sistem Tasarımı (System Design Estimating the Cooking Rate of Meat By Using Fuzzy Logic in the Field of Gastronomy)

*Esra ÖZATA ŞAHİN^a , Betül AĞAOĞLU^b 

^a Hitit University, Alaca Avni Çelik Vocational School, Department of Hotel, Restaurant and Catering Service, Çorum/Turkey

^b Hitit University, Alaca Avni Çelik Vocational School, Electronics and Automation, Çorum/Turkey

Makale Geçmişi

Gönderim Tarihi:21.02.2020

Kabul Tarihi:28.10.2020

Anahtar Kelimeler

Bulanık mantık

Et

Matlab

Yapay zekâ

Öz

Gıda mühendisliğinde ve yiyecek içecek sektöründe yapay zeka teknolojisinin alt dallarından yapay sinir ağları (neural network), bulanık mantık (fuzzy logic) ve makine öğrenmesi (machine learning) gibi türleri kullanılmaktadır. Bulanık Mantık insan gibi düşünmeyi esas alan ve bunları matematiksel fonksiyonlar ile işlem yaparak çözen bir bilim dalıdır. Bulanık küme teorisi temeline dayanarak, ara değerleri de kullanarak işlem yapar. Kalp pillerinin üretiminde, suni organların yapımında, elektronik cihazda, şirket verim tahmininde vb. birçok durumda kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde başarılı bir şekilde kullanılmaya başlanan yapay zeka uygulamaları gıdalarda sınıflandırma, güven veren tahmin, yüksek maliyetli iş gücü gerektiren işlemlerin maliyetinin en aza indirilmesi gibi avantajlar sağlamaktadır. Bu çalışmada etin pişme durumu hakkında tahminde bulunan bir uzman sistem tasarlanmıştır. Belirlenen sistem girdileri kural tabanına (rule base) göre mamdani çıkarım yöntemi kullanılarak tasarlanmıştır. Sistem Matlab(R2019a) programı kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda program kullanıcının sisteme girdiği değerler ile kural tabanı çıkarım yöntemine göre analiz ederek sonucunda belirlenen giriş parametrelerine göre etin hangi pişme oranında (rare, medium, well-done, very well-done/az pişmiş, orta pişmiş, iyi pişmiş, çok iyi pişmiş) olduğu belirlenmiştir.

Keywords

Fuzzy logic

Meat

Matlab

Artificial intelligence

Abstract

Artificial neural networks, fuzzy logic and machine learning, which are sub-branches of artificial intelligence technology, are used in food engineering and food and beverage industry. Fuzzy Logic is a science that is based on thinking like a human and solves them by using mathematical functions. Operates on the basis of fuzzy set theory using intermediate values. In the production of pacemakers, in the construction of artificial organs, in the electronic device, in the company yield estimation, etc. used in many situations. Artificial intelligence applications, which have been successfully used in the food industry, provide advantages such as food classification, reassuring prediction, and minimizing the cost of processes requiring high-cost labor. In this study, an expert system that predicts the cooking state of the meat is designed. The system entries determined are designed by using the mamdani inference method according to the rule base. The system was built using Matlab (R2019a) program. At the end of the study, the program analyzes the values entered into the system according to the rule-base extraction method and according to the input parameters determined as a result, the cooking rate of the meat (rare, medium, well-done, very well-done / undercooked, medium cooked, well cooked, very well cooked) was determined to be.

Makalenin Türü

Araştırma Makalesi

* Sorumlu Yazar

E-posta: esraozata@hitit.edu.tr (E. Özata)

DOI: 10.21325/jotags.2020.689

GİRİŞ

Yeme ve içme, insanların hayatına devam etmesi için en temel ihtiyaçlardan birisidir. Bu gereklilik, Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi teorisinde fizyolojik ihtiyaçlar içerisinde yer alan yeme içme ihtiyacı olarak ortaya çıkmaktadır. Yeme-içme, yemek, mutfak, mutfak kültürü vb. kavramlara bakıldığında çeşitli tanımlamalar yapılmaktadır. Bu kavramların karşılığını gastronomi olarak tanımlayan ünlü gastronom Brillant Savarin, “Gastronomi, kültür ve yemek arasındaki ilişkiyi inceleyen bilimsel bir disiplindir” şeklinde ifade etmiştir (Oktay & Sadıkoğlu, 2018). Onun görüşüne göre gastronominin amacı insanı mümkün olan en iyi beslenme ile korumaktır (Santich, 2004). İnsanlar artık sadece yeme-içme ihtiyaçlarını karşılamak için değil, aynı zamanda yiyecekten, atmosferden, manzaradan ve diğer etkenlerden en üst seviyede zevk almak ve tatmin duygusu yaşamak için evlerinin dışında yemek yemektedirler (Birdir & Akgöl, 2015). Gastronominin özünde yemek ve içmek olsa da çağdaş gastronomi anlayışı, çalışmanın kapsamını yiyecek- içecek üretiminden hazırlanmasına, nasıl, nerede, ne zaman ve neden tüketildiğine genişletmektedir. Bu aynı zamanda gastronomi uygulamalarını etkileyen felsefeleri, inançları ve değerleri de ifade etmektedir. Bunlar sırayla yemeklerin sosyal, kültürel ve tarihi yönleri, mutfakların, restoranların, turizm ve gastronomi tarihinin incelenmesiyle ilgilidir (Santich, 2004).

Gastronomi kavramının, birçok bilim dalıyla ilişkili olmasının yanı sıra multidisipliner bir yapıya sahip olması hem gastronomiye hem de işbirliği içinde olduğu bilim dalına önemli katkılar sağlayabilmektedir. 1950’li yıllarda temelleri atılmaya başlanan ve önemli bir araştırma disiplini haline gelen yapay zeka çalışmaları da birçok alanda olduğu gibi gastronomi ve gıda sektöründe de önemli çalışmalar gerçekleştirmektedir. Şeflerden yüksek kaliteli yiyecekler ve kapsamlı hazırlama teknikleri kullanmaları beklenmektedir. Ancak gıda ya da gastronomi bilimi sadece görüntü ve lezzet değil, aynı zamanda beslenme, sağlık ve teknolojidir. Besin açısından bakıldığında, bilim temelli pişirme, yemeklere ve menülere sağlıklı yönler sağlayabilecek belirli besinlerin ve diğer gıda bileşenlerinin sağlanmasına katkıda bulunabilir (Navarro, Serrano, Lasa, Aduriz & Ayo, 2012). Tam olarak burada devreye multidisipliner çalışma alanları girmektedir. Akademik çalışmalar içerisinde disiplinleri ayrı alanlara yerleştirip kurumsal yapılar oluşturmak oldukça yaygın hale gelmiştir. Multidisipliner işbirliklerinde, her disiplin kendi özel akademik alanı çerçevesinde çalışmaya devam etmekte ve belirli alanlara dayanan yöntem ve kavramları korumaktadır. İşbirliği, araştırmacıların ortak bir sorun üzerinde birlikte çalıştıkları, ancak kendi yaklaşımlarındaki disipline bağlı kaldıkları disiplinlerarasılık üzerine inşa edilebilir (Hedegaard, 2019).

Yoğun bir ilgi odağı haline gelen yapay zeka, bilgisayar bilimiyle birlikte birçok alana yeni bir boyut getirmiştir (Sofu, Demir, & Ekinci, 2007). İnsan zekasını modelleyebilmek amacıyla insana özgü akıl yürütme, anlam yükleme, genelleme yapma, geçmiş deneyimleriyle öğrenme gibi yetenekleri bilgisayara ya da makinaya kazandırmaya yapay zeka denir (Yılmaz, 2017). Yapay Sinir Ağları, Bulanık Mantık, Genetik Algoritma ve Uzman Sistemler gibi alt dallara ayrılan yapay zeka, geniş bir araştırma ve uygulama alanına sahiptir (Elmas, 2011). Yapay zeka bu uygulamaları kullanarak veri analizi, görsellik, temel matematik, algoritma ve uygulama geliştirmede gelişmiş görsel ve grafiksel araçlar sunmaktadır (Sofu vd., 2007).

Yapay zeka teknolojileri, küresel ekonomi içinde yer alan sağlık, enerji, bilgi teknolojileri gibi birçok sektörü etkileme potansiyeline sahiptir (Dwivedi vd., 2019). Birçok alanda olduğu gibi gıda sektöründe de uygulama alanına sahip olan yapay zeka, gıda endüstrisinde başarılı bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Yapay zeka uygulamaları gıdalarda sınıflandırma, güven veren tahmin, yüksek maliyetli iş gücü gerektiren işlemlerin maliyetinin en aza

indirilmesi gibi avantajlar sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı ise etin pişme durumu hakkında tahminde bulunan bir uzman sistem tasarlanmasıdır. Bu doğrultuda etin pişirilmesiyle birlikte ortaya çıkabilecek kayıpların en aza indirilerek israfın önüne geçilmesi amaçlanmaktadır.

Kavramsal Çerçeve

Kavramsal çerçeve kapsamında öncelikle yapay zeka ve yapay zeka ile ilgili kavramlara yer verilmiş, sonrasında ise yapay zeka, gastronomi, gıda ve turizm alanına ilişkin literatürde yer alan çalışmalar incelenmiştir.

Yapay Zeka

Yapay zeka, yeni bilgi teknolojilerini benimsemiş birçok faaliyet sektörünün merkezinde yer almaktadır (Arrieta vd., 2020). 1950’lerde akademik bir disiplin olarak kurulan yapay zeka “bir sistemin verileri doğru bir şekilde yorumlama, bu verilerden öğrenme ve bu öğrenmeleri kullanma yeteneği” olarak tanımlanmaktadır (Haenlein ve Kaplan, 2019). Yapay zekanın tarihinin 2. Dünya Savaşı sırası ve sonrasında Alan Mathison Turing tarafından yapılan çalışmalara dayandırıldığı ifade edilmektedir. Turing’in 1950 yılında yayınlanan Bilgi İşlem Makineleri ve Zekâ (Computing Machinery and Intelligence) adlı makalesinde, “Makineler düşünebilir mi?” sorusunu sormasının ardından yapay zeka alanındaki tartışmaları başlatmıştır (Kuşçu, 2015). Daha sonra 1956 yılında Marvin Minsky, Aileen Newell ve Herbert Simon’un katılmış oldukları Dartmouth College’de düzenlenen konferans yapay zekanın doğuşu olarak kabul edilmektedir. Yapay zeka terimi, 1956’da John McCarthy tarafından ilk defa kullanılmıştır (Yıldız & Yıldırım, 2018).

Yapay zeka, öğrenme, akıl yürütme (Arrieta vd., 2020) ve problem çözme (Dwivedi vd., 2019) de dahil olmak üzere insan düşünme süreçleriyle ilişkilendirilen bilişsel işlevlerin bilgisayarlar tarafından taklit edilmesini tanımlamak için kullanılan bir terimdir (Poortmans, Takanen, Marta, Meattini, & Kaidar-Person, 2020). Genellikle insanın düşünme yeteneğini ve beynin çalışma özelliğini tasarlamaya çalışan (Serhatlıoğlu & Hardalaç, 2009) yapay zeka uygulamaları; yapay sinir ağları, uzman sistemler, genetik algoritma (Kazu & Özdemir, 2009) ve bulanık mantık şeklinde listelenmektedir (Jha, Doshi, Patel, & Shah, 2019). Bu uygulamalardan biri olan yapay sinir ağları ya da sinir ağları, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme, öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme gibi insan beyninin özelliklerini herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacı ile geliştirilmiş bir sistemdir (Uğur & Kınacı, 2006). İlk yapay sinir ağı modeli 1943 yılında Warren McCulloch ve Walter Pitts tarafından geliştirilmiştir. Bu araştırmacılar ilk yapay sinir ağı hücresinin yapısını oluşturmuş ve yapay sinir ağlarının temelini atmışlardır (Keskenler & Keskenler, 2017). Temelde insan düşüncelerini gerçekleştirmek için bilgisayar tarafından işlenen bir yazılım olan uzman sistemin amacı ise uzmanların bilgi ve deneyimlerinin bilgisayara aktarılmasıdır (Kazu & Özdemir, 2009). Doğal seçim ilkelerine dayanan bir arama ve optimizasyon yöntemi ise genetik algoritma olarak tanımlanmaktadır. Bu uygulamanın temeli John Holland tarafından ortaya atılmıştır (Emel & Taşkın, 2002).

Bulanık mantık ilk olarak 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından “Bulanık Kümeler (Fuzzy Sets)” isimli makalede ifade edilmiştir. Ancak makale bilim çevreleri tarafından hak ettiği ilgiyi görememiştir. Bu durumun temel nedeni ise mantık bilimi ile “bulanık” ifadesinin birleştirilmesinin zorluğundan kaynaklanmaktadır (Işıklı, 2008). Sonrasında iddia ettiği teori buhar makinelerinin denetleme sisteminde kullanılmasıyla birlikte hak ettiği üne kavuşmuştur (Birgili, Sekmen & Esen, 2013).

Bu çalışmada bulanık mantık yöntemiyle yiyecek içecek sektörüne olumlu katkılar sağlayacağı düşünülen uzman sistem tasarlanması amaçlanmıştır. Hem yiyecek içecek sektörüne hem de turizme yönelik literatür incelemesi Tablo 1’de yer almaktadır. Turizme yönelik ağırlıklı olarak turizm talep tahmini konusu üzerine çalışmalar yapılırken, yiyecek içecek sektörüne ya da gastronomiye yönelik çalışmaların görece sınırlı olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Yapay zeka ve turizm ile ilgili çalışmalara yönelik literatür

Yazar/lar- Yıl	Amaç	Yöntem	Sonuç
(Hu, 2003)	Turizm talep tahmini yapılması amaçlanmıştır.	Box-Jenkins metodolojisinin uygulanması ve uluslararası turizm talep tahmini bağlamında Yapısal Eşitlik Modelleme teknikleri	60’tan fazla turizm talep tahmin modeli değerlendirilmiş ve % 90 tahmin aralıkları ile nokta tahminler oluşturulmuştur.
(Çuhadar, 2013)	Türkiye’ye yönelik turizm talep tahmini yapılması amaçlanmıştır.	Verilerin yapay sinir ağları ile modellenmesinde, literatürdeki farklı görüşler dikkate alınarak orijinal seri ve mevsimsel ayırıştırma yöntemi ile elde edilen mevsimsel etkilerden arındırılmış seri olmak üzere iki ayrı veri seti kullanılarak oluşturulan farklı yapay sinir ağı mimarilerinin tahmin performansları incelenmiştir.	Yapılan çok sayıda deneme sonucunda, en yüksek tahmin performansı sergileyen modelin 12 gecikmeli seri değerleri kullanılarak oluşturulan [4-5-1] mimarisine sahip MLP modeli olduğu görülmüş ve bu model yardımıyla 2013 yılı için aylık olarak Türkiye’ye yönelik dış turizm talebi tahminleri üretilmiştir.
(Ergün ve Öztürk, 2018)	Bu çalışmanın amacı, yemek kategorileri, malzemelerin çeşitleri ve yemek tariflerini içeren prototip bir ontoloji yapısı kurmaktır.	Türk yemek resimlerinin öğrenilmesi için 50 farklı yemekten oluşan, her bir kategori için 800 resim içeren bir Türk Mutfağı yemek resimleri veri tabanı oluşturulmuştur. Derin öğrenme kullanan akıllı tanıma sistemi geliştirilmiştir.	50 çeşit Türk Yemeği için resimlerden yüksek başarı oranı ile otomatik tanıma yapabilen bir yemek tanıma sistemi geliştirilmiştir.
(Giglio, Pantano, Bilotta, ve Melewar, 2019)	Bu çalışmanın amacı, tüketicilerin lüks otel markaları hakkındaki algılarını anlamaktır.	Analiz, tüketiciler tarafından çevrimiçi olarak yayınlanan resimlere dahil olan nesnelerin tanımlanmasını içermektedir. Bu amaçla, araştırma büyük algoritmalarda modeller ve tahminler çıkarmaya izin veren Makine Öğrenimi algoritmaları kullanılmıştır. TripAdvisor kullanıcılarının gönderdiği resimler kullanılmıştır.	TripAdvisor’da otellere ait görsellerin varlığı, bu otellerin diğer insanlar tarafından fotoğraflar aracılığıyla tercih edilmesini olumlu yönde etkilemektedir.
(Al Shehhi ve Karathanasopoulou, 2020)	Otel odası fiyatlarının tahmin edilmesi amaçlanmıştır.	Derin öğrenme yöntemi kullanılmış, örnekleme, Ocak 2010 ve Ağustos 2017 arasındaki dönemi kapsayan 2800 günlük oda satış gözlemi kullanılmıştır.	Çalışmada kullanılan yapay zeka modelleri, otelcilik ve turizm sektöründe otel odası fiyatlarının tahmin edilmesi alanında ümit verici sonuçlar vermektedir ve olağanüstü performanslar göstermektedir.

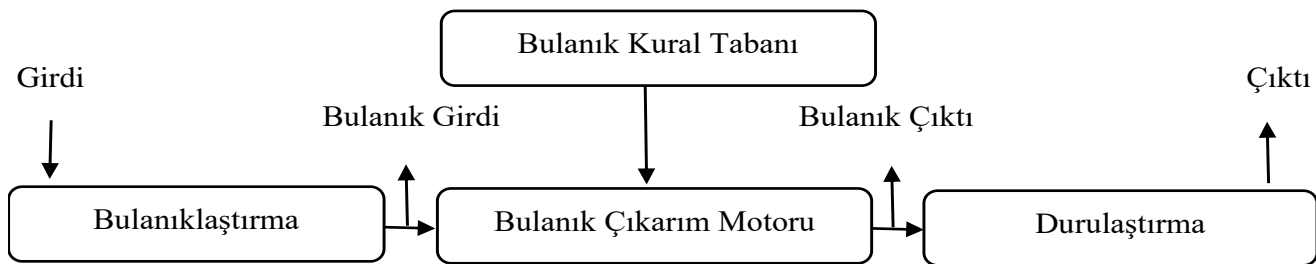
Yöntem

Çalışmanın materyali, et pişme derecelerinin sınıflandırması üzerine oluşturulan sıcaklık ve süre ölçümüne göre pişme sınıflarıdır. Bu çalışma kapsamında tasarlanan bulanık sistemin girdi değişkenleri zaman ve sıcaklık olarak belirlenmiştir. Tasarlanan bulanık sistemin çıktısı ise etin hangi pişme sınıfına dâhil olduğunun değerlendirmesi şeklindedir. Çalışmanın analizleri Matlab (Sürüm 2019a) paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bireyler belirsizliklerle karşılaştıklarında bu sorunları sözel değişkenler kullanmak suretiyle ifade etmektedir. Belirsizlik içeren sorunların çözümünde yetersiz kalan olasılık teorisi gibi istatistik yöntemler yerine, sözel ifadeleri matematiksel bir temel dahilinde bilgisayar ortamına aktaran bulanık mantık yöntemi son yıllarda sıklıkla tercih edilmektedir. Böylelikle insan düşünce sisteminin matematiksel modellemesi ortaya çıkarılmaktadır (Akıllı & Atıl, 2014). Bulanık küme teorisine dayanan bir matematiksel disiplin olan bulanık mantık, insan mantığına uygun olarak, kısa - uzun, soğuk - sıcak, yavaş - hızlı, siyah - beyaz gibi ifadelerin yerine, çok kısa – kısa – orta – uzun - çok uzun, az soğuk – soğuk - çok soğuk gibi ara değerleri de dikkate alarak çalışmaktadır (Kazu & Özdemir, 2009). Bulanık

mantık teorisinin ele aldığı olgular, nesnelere ve durumlar bulanıktır, teorisinin kendisi değildir. Bu teorisinin olguları bulanıktır, fakat kuralsız değildir (Işıklı, 2008).

Kesin ifadeler taşıyan veriler ile bilgisayarlar çalışmaktadır. Fakat son dönemlerde birçok veride karmaşıklık, kesinliği kanıtlanmamış durumlar söz konusudur. Örneğin, klasik mantığa göre bir eşyanın ıslak-kuru durumu için ıslak (0) veya kuru (1) şeklinde bir tanımlama gerçekleşirken; bulanık mantık teorisine göre “çok ıslak, ıslak, nemli, kuru, çok kuru” gibi tanımlamalar gerçek hayatta karşılaşılan durumlara daha yakın bir ifade gerçekleştirmektedir. Günlük hayatta çok sık kullanılan “biraz, çok, az, sık” gibi sözel terimler bulanık değişkenler olarak ifade edilmektedir. Bu sözel ifadelerin bilgisayara tanıtılması için bazı matematiksel işlemler yapılmaktadır. Bu matematiksel işlemler sonucunda elde edilen temel teori “Bulanık Mantık” teorisi olarak isimlendirilir (Elmas, 2003). Bulanık mantık ile insanların deneyim ve önsezilerinden yararlanma ve bunu makinelerle aktarma imkânı gerçekleştirilmiştir (Elmas, 2007). Matematik ile temellendirilen Bulanık Mantık teorisi geniş bir uygulama alanına yayılmıştır. 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından yayınlanan makale ile ortaya çıkan Bulanık Mantık terimi elektrikli ev aletlerinden kredi kartlarına, süt kalitesinden turizm alanına kadar birçok alanda çalışılmıştır (Zadeh, 1965). Bulanık mantıkta işlemler öncelikle problemin analiz edilmesi ve tanımlanması ile başlamaktadır. Daha sonrasında kümelerle ait mantıksal ilişkilerin oluşturulması ve bu bilgilerin bulanık kümelerle dönüştürülmesi ve son olarak modelin yorumlanması olarak gerçekleştirilmektedir. Bulanık sistemler bulanık kural tabanı, bulanık çıkarım motoru (karar verme birimi), bulanıklaştırıcı ve durulaştırıcı olmak üzere dört bileşenden oluşmaktadır. Bu dört bileşen Şekil 1’de gösterilmektedir (Akıllı & Atıl, 2014).



Şekil 1. Bulanık Sistem Yapısı

Bulanıklaştırma işleminde gerçek bir değeri bulanık bir kümeye dönüştürme işlemi gerçekleştirilmektedir. Bulanık kümeye dönüştürme işlemi aşamasında girdi değişkeninin evrensel kümeye dönüştürülmesi sağlanır ve böylece girdi değerleri uygun sözel ifadelere dönüştürülmüş olur. Bulanıklaştırma kısmında dışarıdan gelen verilerin, sistemin çıkarım mekanizması ile bulanık kural tabanındaki bilgiler kullanılarak, işlenmesi amacıyla ön hazırlıklar yapılmaktadır. Bu aşamada uygulamalarda en fazla kullanılan üyelik fonksiyonu tipleri Üçgen, Yamuk, Çan Eğrisi, Gauss, Sigmoidal, S ve $\Pi(\pi)$ üyelik fonksiyonlarıdır (Akıllı & Atıl, 2014). Bu çalışmada ayrıntılı literatür incelemesi ve konusunda uzman kişinin görüşleri ışığında, gaussmf (gauss üyelik fonksiyonu), zmf (z üyelik fonksiyonu), smf (s üyelik fonksiyonu) üyelik fonksiyonları kullanılmıştır.

Bulanık çıkarım kısmında; bilginin işlenmesi adına kullanılan kural tabanı ile birlikte bir çıkarım mekanizması elde edilmektedir. Sistemin bu kısmında kural tabanı veriler kullanıma hazır hale getirildikten sonra “eğer o halde” şeklinde uzman tarafından tanımlı kurallar ile çıkarım mekanizması işlenmektedir. Değişkenler, üyelik fonksiyonları ve kural tabanı ile işlenmektedir. Tanımlanan bu parametrelere ve kural tabanına göre yapısal bir öğrenme gerçekleşmektedir. Elde edilen bu kavramlar insanların karar verme ve çıkarım yapma yeteneklerinin benzeri bir

yolla analiz edilmektedir. Çıkarım ifadesi ‘elde olan bilgileri kullanarak yeni bilgiler elde etmek’ olarak ifade edildiğinden, bulanık çıkarım ifadesi de ‘var olan girdi değerine göre çıktı değeri belirlenmesidir’ tanımı yapılabilmektedir. Bulanık çıkarım mekanizmasında bilgi çeşitli metotlar aracılığıyla modellenmektedir (Akkaptan, 2012). Çıkarım yöntemleri adı verilen bu yöntemler Mamdani yöntemi, Larsen yöntemi, Tsukamoto yöntemi ve Tagaki- Sugeno-Kang yöntemi şeklinde ifade edilmektedir (Ross, 2005). Bu çalışmada ise Mamdani çıkarım yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin kural yapısı;

Eğer $x_1=A_1$ ve $x_2=B_1$ ise o halde $z_1=C_1$

Eğer $x_1=A_2$ veya $x_2=B_2$ ise o halde $z_2=C_2$

şeklinde gösterilmektedir. Burada x_1 ve x_2 ifadeleri girdi değişkenlerini z ise çıktı değişkenini belirtmektedir. A_1 , B_1 , A_2 ve B_2 üyelik fonksiyonları, C ise her kuralın sonucunda çıkan bulanık sonuç kümesini ifade etmektedir. w_1 ve w_2 eşik değerleri “ve” ve “veya” bulanık işlemcilerine göre belirlenmektedir. Eğer “ve” işlemcisi kullanıyor ise bulanık kümelerde kesişim özelliği esasına göre eşik değeri üyelik derecesi en küçük olana eşit olmaktadır, eğer “veya” işlemcisi kullanılıyor ise eşik değeri bulanık kümelerde birleşim işlemi esasına göre en büyük üyelik derecesine eşit olmaktadır. Mamdani çıkarım yönteminde ilk kural “ve” işlemcisi kullanılarak belirlenmiştir. İkinci kural ise “veya” işlemcisine göre belirlenmiştir ve w_2 eşik değeri en büyük üyelik derecesine eşit olmaktadır. Bu kuralların uygulanması sonucunda sonuç kümesi bulanık kümelerde birleşim işlemi esasına göre oluşturulmaktadır (Ross, 2005). Durulaştırma aşamasında; bulanık çıkarım kısmından elde edilen bulanık kümenin net bir değere dönüştürülmesi işlemi gerçekleştirilmektedir. Elde edilen bulanık kümenin, günlük hayata tekrar uygulanması için sayısal bir değer olarak ifade edilmesi gerekmektedir (Baykal & Beyan, 2004). Bu çalışma kapsamında ağırlık merkezi yöntemi kullanılmıştır.

Araştırmanın amacı

Çalışmada ete uygulanacak sıcaklık ve bu sıcaklığın ne kadar sürede eti etkileyeceği tasarlanan sistemde belirtilerek, sistemin etin pişme sınıflarından hangi sınıfa dâhil olacağını tahmin etmesi amaçlanmıştır.

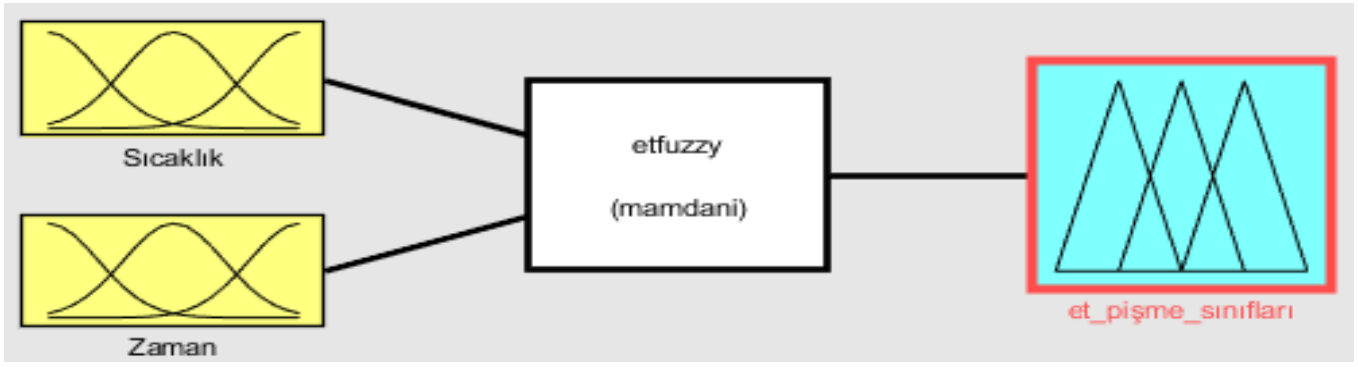
Bulgular

Çalışma (Sinha vd., 1998) belirtilen ete uygulanan işlemler sonucunda pişme sınıf dereceleri ideal koşullar altında optimal değerleri aşağıdaki Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Pişme sınıflarının ideal koşullar altında optimal değerleri (Sinha vd., 1998)

Cooking method and degree of doneness	Number of cooking sessions ^a	Weight loss during cooking (%)	Cooking surface temp. (°C)	Internal temp. (°C)	Cooking time (min)	Surface browning/charring
<i>Pan-fried</i>						
Rare	5	16	188	52	15	Slight
Medium	5	22	186	70	16	Moderate
Well done	5	30	189	84	26	Dark brown
Very well done	5	35	191	93	33	Blackened/charred

Bu veriler arasından uzman tarafından karar verilen kriterler ile oluşturulan kural tabanı bağlantıları ile tasarlanan bulanık mantık sistemin yapısı Şekil 2’de yer almaktadır.



Şekil 2. Tasarlanan mantık sistem yapısı

Bulanık sistem oluşumunun ilk aşaması olan bulanıklaştırma işlemine geçilmeden önce seçilen parametrelerin sınıflarının ve sınıf aralıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Tablo 3’de sıcaklık ve zaman girdi değişkenlerinin sınıfları ile sınıf aralıkları yer almaktadır.

Tablo 3. Sıcaklık ve zaman girdi değişkenlerinin sınıfları ile sınıf aralıkları

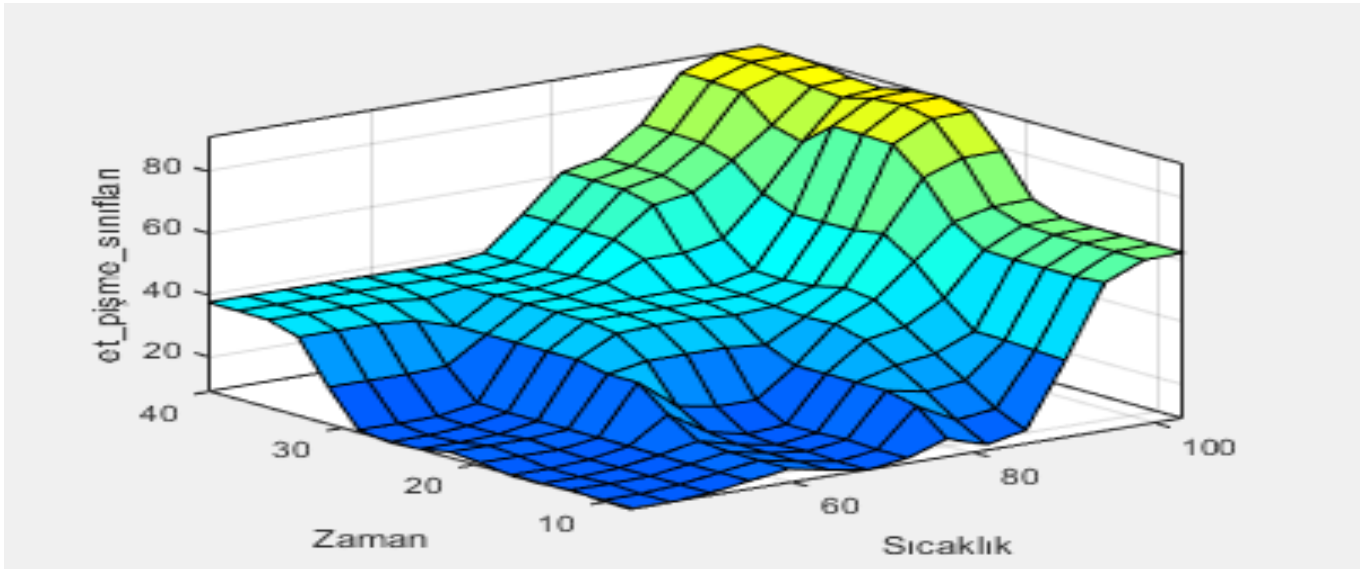
Sınıflar	Sınıf Aralıkları			
Sıcaklık	Düşük	Düşük Ilık	Ilık	Yüksek
Zaman	Kısa	Kısa orta	Orta	Uzun

Tasarlanan sistem sonucunda ise et pişme sınıfları yüzdeler olarak dahil olma durumlarını tahmin etmektedir. Bu çalışma kapsamında çıkarım yöntemlerinden Mamdani yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada 16 adet “eğer-o halde” kuralı oluşturulmuştur. Kuralların sonucu et pişme sınıflarının yüzdeler dahil olma kararını bildirmektedir. Tablo 4’de girdi değişkenleri için oluşturulan kural tablosunun bir kısmı yer almaktadır.

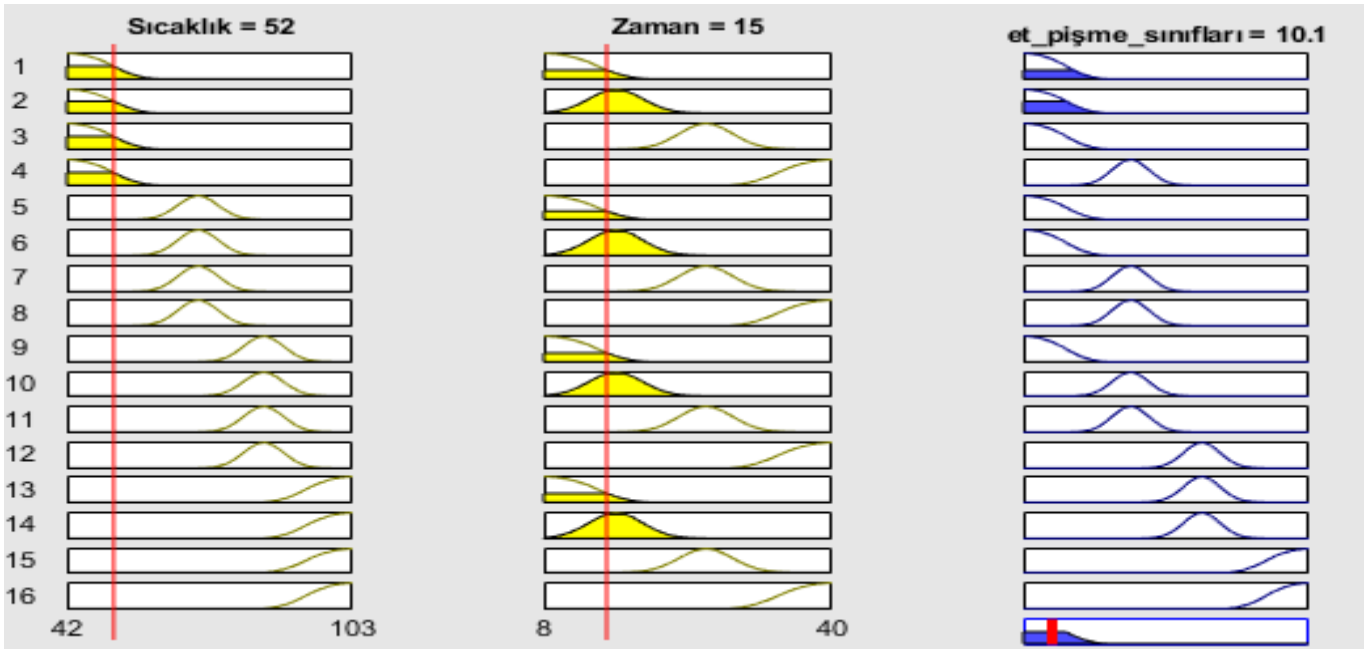
Tablo 4. Kural tabanı

Kural Numarası		Sıcaklık		Zaman		Et Pişme Sınıfı
1	Eğer	Düşük	ve	Kısa	O halde	Rare
2		Düşük		Kısa		Rare
3		Düşük		Orta		Rare
4		Düşük		Uzun		Medium
5		Düşük		Kısa		Rare
6		Düşük		Kısa		Rare
7		Düşük		Orta		Medium
8		Düşük		Uzun		Medium
9		Ilık		Kısa		Rare
10		Ilık		Kısa		Medium

Tasarlanan sistemde sonucu öngörülme istenen giriş parametreleri “örneğin sıcaklık 52, zaman 15dk ” sisteme girildiğinde, durulaştırma işlemi neticesinde çıktı değeri 10.1 olarak elde edilmektedir. Konusunda uzman bir kişi ile oluşturulan Tablo 4’de yer alan bulanık kural tablosu incelendiğinde yukarıda belirtilen giriş parametrelerinin kural 1’i etkilediği görülmektedir. Bu kuralın sonucunda yer alan ifade etin rare sınıfına dahil olduğunu göstermektedir. Şekil 3, sıcaklık ve zaman girdi değişkenleri ile çıktı değişkeni arasındaki ilişki üç boyutlu olarak görülmektedir.



Şekil 3. Zaman ve sıcaklık girdilerinin çıktıya etkisini gösteren şekil



Şekil 4: Sistemin çıktı sonuçlarının gösterimi

Şekil 4’de sistemin çıktı sonuçları yer almaktadır. Sıcaklık giriş değişkeni 42-103 derece, zaman giriş değişkeni 8-40 dakika olarak Sinha ve arkadaşları tarafından (Sinha vd., 1998) yapılan çalışmanın verileri temel alınmış ve uzman görüşü tarafından karar verilmiştir. Tasarlanan sistemin sonucunda çıktı sınıfları olarak “rare, medium, well done, very well done” olarak belirlenmiştir. Giriş değişken değerlerini şekil 4’de belirterek sistemin elde ettiği analiz sonuçları elde edilmiştir. Girilen değerlerin hangi sınıf aralığına dahil olduğu ve bu değerlerin sonuca etkinliği grafiksel olarak gösterilmiştir.

Sonuç

Matlab programı kullanılarak analiz edilen veriler, konusunda uzman kişi tarafından da değerlendirmeye alınmış ve sistem kararları ile karşılaştırmaya tabi tutulmuştur.

Tablo 5. Et pişme sınıflandırmasına ait kısmi veri seti ile uzman ve bulanık sistem kararları

Sıcaklık (Derece)	Zaman (Dakika)	Sistem Kararı	Uzman Kararı
42	8	Rare	Rare
87,6	8	Rare	Medium
103	8	Well Done	Well Done
42	9.89	Rare	Rare
47.3	16.3	Rare	Rare

Tablo 5’te, tasarlanan karar destek sisteminin kararları ile uzman kişinin kararlarının bir kısmı yer almaktadır. Gerçekleştirilen karşılaştırma sonucunda 50 adet girdi sınıflarını belirlemek amacıyla oluşturulan karar destek sisteminin %92 değerinde başarı gösterdiği tespit edilmiştir. Veri setindeki örneklerde etin pişme sınıfını etkileyen en önemli değişkenin sıcaklık olduğu gözlenmiştir. Sistem ve uzman kararlarındaki %8 değerindeki hata durumunun zaman değişkenindeki aralığın darlığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Gerçekleştirilen çalışma bulanık mantık tabanlı karar destek sisteminin et pişme sınıflandırmalarının analizinin belirlenmesinde oldukça başarılı olduğunu ve yiyecek içecek sektöründe güvenle kullanılabilceğini göstermektedir. Bu sistem yiyecek içecek işletmelerinde et pişirme noktasında daha profesyonel sonuçlar elde etmesine olanak sağlayacaktır. Sıcaklık ve zaman aralıkları sistem sayesinde tahmin edilebildiği için, böylelikle yaşanan kayıplar en aza indirilecek ve müşteri memnuniyeti- hizmet kalitesi noktasında olumlu katkılar sağlayacaktır. İlerleyen dönemlerde bulanık mantık yöntemi ile diğer yapay zeka yöntemleri kullanılarak oluşturulacak entegre sistemlerin gastronomi alanında çalışan araştırmacılara farklı bakış açıları ile değerlendirme imkanı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Akıllı, A., & Atıl, H. (2014). Süt sığırcılığında yapay zeka teknolojisi: Bulanık mantık ve yapay sinir ağları. *Hayvansal Üretim*, 55(1), 39-45.
- Akkaptan, A. (2012). Hayvancılıkta Bulanık Mantık Tabanlı Karar Destek Sistemi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Al Shehhi, M., & Karathanasopoulos, A. (2020). Forecasting Hotel Room Prices in Selected GCC Cities Using DeepLearning. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 42, 40-50.
- Arrieta, A. B., Díaz-Rodríguez, N., Del Ser, J., Bennetot, A., Tabik, S., Barbado, A. & Benjamins, R. (2020). Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion*, 58, 82-115.
- Baykal, N., & Beyan, T. (2004). *Bulanık Mantık İlke ve Temelleri*. Bıçaklar Kitabevi.
- Birdir, K., & Akgöl, Y. (2015). Gastronomi turizmi ve Türkiye’yi ziyaret eden yabancı turistlerin gastronomi deneyimlerinin değerlendirilmesi. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 3(2), 57-68.
- Birgili, E., Sekmen, F., & Esen, S. (2013). Bulanık mantık yaklaşımıyla finansal yönetim uygulamaları: Bir literatür taraması. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 9(19), 121-136.
- Çuhadar, M. (2013). Türkiye’ye yönelik dış turizm talebinin MLP, RBF VE TDNN yapay sinir ağı mimarileri ile modellenmesi ve tahmini: karşılaştırmalı bir analiz. *Journal of Yaşar University*, 8(31), 5274-5295.

- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T. & Eirug, A. (2019). Artificial intelligence (AI): multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and Policy. *International Journal of Information Management*, 101-994.
- Elmas, Ç. (2003). *Bulanık Mantık Denetleyiciler: (Kuram, Uygulama, Sinirsel Bulanık Mantık)*. Seçkin Yayıncılık.
- Elmas, Ç. (2007). *Yapay Zekâ Uygulamaları: (Yapay Sinir Ağı, Bulanık Mantık, Genetik Algoritma)*. Seçkin Yayıncılık.
- Elmas, Ç. (2011). *Yapay Zeka Uygulamaları (Yapay Sinir Ağı, Bulanık Mantık, Sinirsel Bulanık Mantık, Genetik Algoritma)*. 2. Baskı.
- Emel, G. G., & Taşkın, Ç. (2002). Genetik algoritmalar ve uygulama alanları. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 129-152.
- Ergün, Ö. Ö., & Öztürk, B. (2018). An Ontology Based Semantic Representation for Turkish Cuisine. Paper Presented at the 2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU).
- Giglio, S., Pantano, E., Bilotta, E., & Melewar, T. (2019). Branding Luxury Hotels: Evidence from the Analysis of Consumers' "Big" Visual Data on TripAdvisor. *Journal of Business Research*.
- Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5-14.
- Hedegaard, L. (2019). Gastronomy and science: Terminological conundrums. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 15, 22-25.
- Hu, C. (2003). Advanced Tourism Demand Forecasting: Artificial Neural Network and Box-Jenkins Modeling, Purdue University, Ph.D Thesis.
- Işıklı, Ş. (2008). Bulanık mantık ve bulanık teknolojiler. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Felsefe Bölümü Dergisi*, 19, 105-126.
- Jha, K., Doshi, A., Patel, P., & Shah, M. (2019). A comprehensive review on automation in agriculture using artificial intelligence. *Artificial Intelligence in Agriculture*.
- Kazu, İ. Y., & Özdemir, O. (2009). Öğrencilerin bireysel özelliklerinin yapay zeka ile belirlenmesi (Bulanık Mantık Örneği). *Akademik Bilişim*, 11-13.
- Keskenler, M. F., & Keskenler, E. F. (2017). Geçmişten günümüze yapay sinir ağları ve tarihçesi. *Takvim-i Vekayi*, 5(2), 8-18.
- Kuşçu, E. (2015). Çeviride yapay zekâ uygulamaları. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (30), 45-58.
- Navarro, V., Serrano, G., Lasa, D., Aduriz, A. L., & Ayo, J. (2012). Cooking and nutritional science: Gastronomy goes further. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1(1), 37-45.
- Oktay, S., & Sadıkoğlu, S. (2018). The Gastronomic cultures' impact on the African cuisine. *Journal of Ethnic Foods*, 5(2), 140-146.

- Poortmans, P. M., Takanen, S., Marta, G. N., Meattini, I., & Kaidar-Person, O. (2020). Winter is over: The use of artificial intelligence to individualise radiation therapy for breast cancer. *The Breast*, 49, 194-200.
- Ross, T. J. (2005). *Fuzzy Logic with Engineering Applications*: John Wiley & Sons.
- Santich, B. (2004). The Study of Gastronomy and its Relevance to Hospitality Education and Training. *International Journal of Hospitality Management*, 23(1), 15-24.
- Serhatlıoğlu, S., & Hardalaç, F. (2009). Yapay zeka teknikleri ve radyolojiye uygulanması. *Fırat Tıp Dergisi*, 1(14), 1-6.
- Sinha, R., Rothman, N., Salmon, C., Knize, M., Brown, E., Swanson, C. & Levander, O. (1998). Heterocyclic amine content in beef cooked by different methods to varying degrees of doneness and gravy made from meat drippings. *Food and Chemical Toxicology*, 36(4), 279-287.
- Sofu, A., Demir, N., & Ekinci, F. Y. (2007). Gıda bilimi ve teknolojisi alanında yapay zeka uygulamaları. *Gıda*, 32(2), 93-99.
- Uğur, A., & Kınacı, A. C. (2006). Yapay Zeka Teknikleri ve Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Web Sayfalarının Sınıflandırılması. XI. Türkiye'de İnternet Konferansı Bildirileri, 362.
- Yıldız, M., & Yıldırım, B. F. (2018). Yapay zekâ ve robotik sistemlerin kütüphanecilik mesleğine olan etkileri. *Türk Kütüphaneciliği*, 32(1), 26-32.
- Yılmaz, A. (2017). *Yapay Zeka* (Vol. 3. Baskı). İstanbul: KODLAB Yayın
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353.

System Design Estimating the Cooking Rate of Meat By Using Fuzzy Logic in the Field of Gastronomy

Esra ÖZATA ŞAHİN

Hitit University, Alaca Avni Çelik Vocational School, Çorum/Turkey

Betül AĞAOĞLU

Hitit University, Alaca Avni Çelik Vocational School, Çorum/Turkey

Extensive Summary

Artificial intelligence technologies have the potential to affect many sectors such as health, energy and information technologies in the global economy (Dwivedi et al., 2019). Artificial intelligence, which has an application area in the food industry as well as in many other fields, has been successfully used in the food industry. Artificial intelligence applications provide advantages such as food classification, reassuring forecasting, and minimizing the cost of operations requiring high-cost labor. The aim of this study is to design an expert system that predicts the cooking status of meat. In this direction, it is aimed to prevent waste by minimizing the losses that may occur with the cooking of meat.

The material of the study is the cooking classes according to the temperature and time measurement created on the classification of the meat cooking degrees. The input variables of the fuzzy system designed within the scope of this study were determined as time and temperature. The output of the designed fuzzy system is the evaluation of which cooking class the meat belongs to. The analysis of the study was carried out using Matlab (Version 2019a) package program.

Before proceeding to the fuzzy process, which is the first stage of fuzzy system formation, the classes and class ranges of the selected parameters should be determined. As a result of the designed system, the cooking classes estimate their inclusion as a percentage. In this study, Mamdani method, one of the inference methods, was used. In the study, 16 "if-then" rules were created. The result of the rules states the decision to include the percentage of meat cooking classes. The temperature input variable was 42-103 degrees, the time input variable was 8-40 minutes, based on the data of the study conducted by Sinha et al. (Sinha et al., 1998) and decided by expert opinion. As a result of the designed system, output classes are determined as "rare, medium, well done, very well done". The analysis results obtained by the system have been obtained by specifying the input variable values in Figure 4. The class interval in which the entered values are included and the effectiveness of these values in the result are shown graphically.

As a result of the comparison made, it was determined that the decision support system created to determine 50 input classes has achieved 92% success. It was observed in the samples in the data set that the most important variable affecting the cooking class of the meat was temperature. It is thought that the 8% error in the system and expert decisions is caused by the narrow interval in the time variable. The study shows that the fuzzy logic based decision support system is very successful in determining the analysis of meat cooking classifications and can be used safely in the food and beverage industry. This system will allow it to achieve more professional results at the point of cooking meat in food and beverage businesses. Since the temperature and time intervals can be predicted by the system, losses will be minimized and positive contributions will be made in terms of customer satisfaction and service

quality. It is thought that the integrated systems that will be created using fuzzy logic and other artificial intelligence methods in the future will provide the researchers working in the field of gastronomy with the opportunity to evaluate them from different perspectives.