



**GRI İLİŞKİSEL ANALİZ ve BULANIK SİSTEM
TEORİSİNİN HAYVANCILIKTA KULLANIMI**

Aycan Mutlu YAĞANOĞLU

Doktora Tezi

Zootekni Anabilim Dalı

Biyometri ve Genetik Bilim Dalı

Prof. Dr. Mehmet TOPAL

2017

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**GRI İLİŞKİSEL ANALİZ VE BULANIK SİSTEM TEORİSİNİN
HAYVANCILIKTA KULLANIMI**

Aycan Mutlu YAĞANOĞLU

**ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI
Biyometri ve Genetik Bilim Dalı**

**ERZURUM
2017**

Her hakkı saklıdır



**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



TEZ ONAY FORMU

**GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ VE BULANIK SİSTEM TEORİSİNİN
HAYVANCILIKTA KULLANIMI**

Prof. Dr. Mehmet TOPAL danışmanlığında, Aycan Mutlu YAĞANOĞLU tarafından hazırlanan bu çalışma 24/11/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Zootekni Anabilim Dalı – Biyometri ve Genetik Bilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak ~~oybirliği/oy çokluğu~~ (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Zahide KOCABAŞ

İmza :

Üye : Prof. Dr. Mehmet TOPAL

İmza :

Üye : Prof. Dr. Mehmet Suphi ÖZÇOMAK

İmza :

Üye : Prof. Dr. Soner ÇANKAYA

İmza :

Üye : Prof. Dr. Hasan ÖNDER

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulunun/.../... tarih ve/.../...
nolu kararı ile onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Doktora Tezi

GRI İLİŞKİSEL ANALİZ ve BULANIK SİSTEM TEORİSİNİN HAYVANCILIKTA KULLANIMI

Aycan Mutlu YAĞANOĞLU

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı
Biyometri ve Genetik Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet TOPAL

Gri sistem teorisi, parametrik istatistiksel analizler yöntemlerinin uygulanmasında varyansların homojenliği, uygulanacak verilerin dağılışının normal dağılışa uygun ve örneğin yeterli büyüklükte olması gibi çeşitli varsayımların geçerli olmadığı durumlarda kullanılan bir yöntemdir. Gri ilişkisel analiz, gri sistem teorisinin alt başlıklarından bir olup Gri İlişki Katsayısı (GİA) kullanılarak veri setinde dereceleme, sınıflama ve karar verme yöntemidir. Bu çalışmada 28 haftalık yaştaki 24 adet Lohmann LSL tipi beyaz yumurtacı tavukların rasyonlarına ilave edilen zeolit, organik asit ve zeolit-organik asit ilavesinin yumurtaların kalite ve performans üzerine etkileri incelenmiştir. Yumurtalara ait kalite ve performans kriterlerine gri ilişkisel analiz, temel bileşenler analizi ve bulanık sistem teorisi yöntemleri uygulanmış ve her üç analiz yöntemi de dikkate alındığında genel itibarıyla tavuk rasyonlarına ilave edilen katkı maddeleri arasında en kaliteli yumurtaların Organik asit (P) ilavesi yapılan gruplar olduğu (P6, P3, P1) tespit edilmiş olup, kontrol grubunda bulunan K1 ve zeolit ve organik asit katkı maddesinin birlikte uygulandığı (Z+P)1 örneği de yine kaliteli yumurtalar grubunda yerini almıştır. Kalite bakımından orta sınıfa giren yumurta örneklerinin ise Zeolit katkı maddesi uygulanan grup olduğu, bunun yanında düşük kaliteli yumurta grubunun ise yine her 3 analiz yöntemi sonucunda kontrol ve zeolit-organik asit ilave edilen grup olduğu tespit edilmiştir.

2017, 62 sayfa

Anahtar Kelimeler: Gri ilişkisel analiz, bulanık mantık, temel bileşenler analizi

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

GREY RELATIONAL ANALYSIS AND FUZZY SYSTEM THEORY USE IN LIVESTOCK

Aycan Mutlu YAĞANOĞLU

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Animal Science
Department of Biometer and Genetics

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet TOPAL

Grey system theory is used when such assumptions as homogeneity of variances, normality of distribution and large sample size that are required to be met for the application of parametric statistical analysis methods are not valid. One of the subcomponents of grey system theory, grey relational analysis is a method that uses Gray Relation Coefficient (GRC) to grade, classify and make decisions on a data set. This study examined the effects of zeolite, organic acid and zeolite-organic acid on egg quality and performance. Study sample consists of 24 twenty-eight-week-old Lohmann white laying hens. Gray relational analysis, basic component analysis and fuzzy system theory methods were used depending on the quality and performance criteria of the eggs. The results of the analyses show that organic acid (P) -added groups (P6, P3, P1) in general are eggs of the highest quality. In control group K1, eggs of sample (Z+P)1, to which zeolite and organic acid were added together, are eggs of high quality. Eggs to which zeolite was added are of average quality while those in the control group and zeolite-organic acid group are of low quality

2017, 62 pages

Keywords: Grey relational analysis, fuzzy logic, principal component analysis

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmalarımda her zaman yanımda olan, değerli bilgi ve tecrübeleri ışığında bana yol gösteren tez danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet TOPAL'a, Tez izleme komitemde bulunan ve yardımlarını eksik etmeyen değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Zahide KOCABAŞ ve Sayın Prof. Dr. M. Suphi ÖZÇOMAK'a,

Tezimde her anında yanımda bulunan değerli arkadaşlarım Sayın Doç. Dr. Adem KAYA, Sayın Doç. Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ ve Sayın Öğr. Gör. Gökhan ARSLAN'a,

Her koşulda yanımda olup desteğini esirgemeyen ve çalışmalarım nedeniyle ihmal ettiğim eşim Arş. Gör. Elif YAĞANOĞLU'na ve yıllardır her koşulda bana azim ve güç veren, beni bugünlere getiren annem Sema YAĞANOĞLU ve babam Özbek YAĞANOĞLU nezdinde ailemin bütün bireylerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Aycan Mutlu YAĞANOĞLU

Kasım, 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL ve METOT	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Hayvan materyali	15
3.1.2. Yem materyali	15
3.2. Kalite ve performans kriterleri	15
3.3. Metot	16
3.3.1. Gri ilişkisel analiz.....	16
3.3.2. Temel bileşenler analizi.....	19
3.3.3. Bulanık mantık	21
3.3.3.a. Üçgen üyelik fonksiyonu.....	21
3.3.3.b. Mamdani yöntemi.....	22
3.3.3.c. Durulaştırma	23
3.3.3.d. Sentroid yöntemi	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	26
4.1. Gri İlişkisel Analiz Yöntemine Ait Sonuçlar	28
4.1.1. Normalizasyon değerlerinin hesaplanması.....	28
4.1.2. Karşılaştırma veri seti ile referans veri seti arasındaki fark değerlerinin hesaplanması	30
4.1.3. Kalite ve performans kriterlerine ait gri ilişki derecelerinin hesaplanması.....	32
4.2. Temel Bileşenler Analiz Yöntemine Ait Sonuçlar	36
4.3. Bulanık Sistem Teorisine Dayalı Kalite Değerlendirme Sistemi Sonuçları.....	42

4.4. Ağırlık Değerleri Dikkate Alınarak Bulanık Sistem Teorisine Dayalı Kalite	
Değerlendirme Sistemi Sonuçları.....	47
5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA	52
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	63



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Üçgen üyelik fonksiyonu	22
Şekil 3.2. Bulanık model aşamaları	25



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Kalite ve performans parametrelerine ait tanımlayıcı istatistikler.....	26
Çizelge 4.2. Kalite ve performans parametreleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	27
Çizelge 4.3. Kalite ve performans kriterlerine ait verilerin normalizasyon değerleri	30
Çizelge 4.4. Karşılaştırma veri seti ile Referans veri seti arasındaki fark değerler	31
Çizelge 4.5. Kalite ve performans kriterlerine ait gri ilişki katsayıları.....	33
Çizelge 4.6. Gerçek değerler üzerinden hesaplanan gri ilişki dereceleri	35
Çizelge 4.7. Açıklanan toplam varyans	37
Çizelge 4.8. Kalite ve performans parametrelerine ait öz değer vektörleri	38
Çizelge 4.9. Her bir kalite ve performans parametresinin temel bileşenlere ait katkı payları	38
Çizelge 4.10. Ağırlık değerleri dikkate alınarak hesaplanan gri ilişki dereceleri.....	41
Çizelge 4.11. Kalite ve performans parametrelerine ait sınıf sınırları	43
Çizelge 4.12. Bulanık kural tablosu	43
Çizelge 4.13. Sentroid durulaştırma yöntemine göre ham veriler dikkate alınarak hesaplanan kalite değerlendirme sistemi sonuçları	46
Çizelge 4.14. Temel Bileşenler ve faktör analizi sonucunda elde edilen ağırlık değerleri üzerinden hesaplanan katsayılar	47
Çizelge 4.15. Ağırlık değerlerine ait kalite ve performans parametreleri sınıf sınırları.....	48
Çizelge 4.16. Sentroid durulaştırma yöntemine göre ağırlık değerleri dikkate alınarak hesaplanan kalite değerlendirme sistemi sonuçları	50

1. GİRİŞ

Hayvansal üretimde temel amaç düşük maliyetler doğrultusunda çiftlik hayvanlarından yüksek kazanç sağlamaktır (Kumlu 1999). Verim bakımından en yüksek değerlere sahip hayvanları ayıklayıp gelecek nesillerin bunların döllerinden oluşması sağlanmalıdır. Hayvan ıslahı çalışmalarının başarılı bir şekilde yürütülmesi için damızlık adaylarına ve akrabalarına ait verilerin elde edilerek en düşük hata ile damızlık değerlerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Damızlık değerlerinin farklı kaynaklardan elde edilen bilgiler doğrultusunda bireylerin karşılaştırılması, seleksiyon indeksinin kullanımı ile mümkün olmaktadır. Hayvan ıslahı çalışmalarında, seleksiyon indeksi değeri hayvanların ayıklanması amacıyla kullanılan en önemli parametrelerden biridir.

Önceki yıllarda matematik, istatistik ve bilişim teknolojilerindeki gelişmeler sonucu, varyans analizi (ANOVA), maksimum olabilirlik (ML) ve sınırlandırılmış en çok olabilirlik (REML) gibi farklı varyans unsurları tahmin yöntemleri geliştirilmiştir. Henderson (1984), karışık model eşitliklerine dayanan basit algoritmaların yaygınlaşması ile Patterson ve Thompson (1971) 'un tanıttığı REML metodu, hayvan ıslahında karışık modellerin varyans unsurlarını tahmin etmede en çok kullanılan yöntem olmuştur.

Her alanda olduğu gibi hayvancılık sektöründe de ortaya çıkan belirsizlikler özellikle ıslah konusundaki çalışmaları daha önemli ve araştırılması gereken bir sorun haline getirmiştir. Bu sorunun temelinde yatan olgunun sürekli değişkenlik göstermesi ve karar aşaması hakkında net bir bilginin olmadığı varsayılarak bu konu hakkında çeşitli yöntemler üretilmiştir.

Dünyanın var oluşundan bu yana insanlar zaman zaman karşılaştıkları sorunlara geçmişten elde ettikleri tecrübe ve birikimler sayesinde çözümler sunmuş ve bu yönde başarılı olmuşlardır. Ancak bu sorunların belirli olanlarının tanımlanması ve çözümü kolay olduğu gibi tanımlanamayan ve net olmayan sorunlarda ise bu çözüm süreci

karmaşık ve zor bir durum olarak ortaya çıkmaktadır. Bu belirsizliğin nispeten azaltılması ve belirli hale getirilmesi konusunda birçok teoriler ortaya atılmış olup geçmişten günümüze geliştirilen bu teoriler geleceğe de ışık tutmak amacıyla önemli bir konu haline gelmiştir.

Tron and Margaliot (2004), yaptıkları çalışmada bilimin birçok alanında matematiksel modellemenin yaygın olarak kullanıldığı ve matematiksel modellerin araştırmacılara teorilerinin belirli bir mantık çerçevesinde formüle edilmesine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Geleneksel matematiksel modelleme yaklaşımlarının ileri seviyede matematik bilgisi gerektirdiğini ifade eden araştırmacılar, bunun sonucunda birçok matematik modelin hayvan davranışları üzerinde çalışan etnologlar ya da insan davranışı üzerinde çalışan sosyologlar tarafından değil, bunların verdiği sözel bilgileri kullanarak matematikçiler tarafından oluşturulduğuna dikkat çekmişlerdir.

Bilimsel çalışmalarda ortaya çıkan belirsizlik kavramları ve buna ilişkin modelleme ilkeleri uzun yıllardan beri birçok araştırmacı tarafından çalışılmaktadır. Bu amaçla geliştirilen kuramlar arasında olan Gri sistem teorisi 1982 yılında Deng tarafından geliştirilerek günümüze kadar gelmiştir.

Gri sistem teorisi, bilginin az ya da kesikli oluşu ve bunun yanında bilginin çok ya da belirsiz olduğu durumlarda bu olumsuzlukların çözümü için uygulanabilecek ideal yöntemlerden biridir. Ayrıca çok değişkenli istatistiklere, dağılışı bilinmeyen ve yeterli veri setinin elde edilemediği belirsizlikleri modellemeye yardımcı olan bir yaklaşımdır (Jiang *et al.* 2016).

Gri ilişkisel analiz yöntemi, sınırlı sayıda veriler kullanarak, mevcut faktörler içerisinde hangilerinin önemli olduğunu açıklayan ve bu faktörler arasında bir sıralama ve sınıflama yapmak için kullanılabilir. Bu amaçla, işletmelerde finansal başarısızlık öngörü çalışmasında kullanılan bağımsız değişkenlerin gri ilişkisel analiz yardımıyla önemli olanlarının bulunmasına çalışılmıştır. Gri ilişkisel analiz ile belirlenen bağımsız değişkenlerin sınıflandırma amacıyla kullanılacak lojistik regresyon

analizinde bağımsız değişken olarak kullanılması sonucu, yüksek doğru sınıflandırma yüzdesine sahip model geliştirmek ve böylece başarıyı artıracak bir model seçerek en iyi modelin hangisi olduğuna karar vermek hedeflenmiştir (Baş ve Çakmak 2010).

İstatistik ve olasılık teorileri, belirsizliklerin ortadan kaldırıldığı net bir veri grubu ile çalışan kuramlar olup, insanın yaşadığı ortamda bu belirsizlikleri gidermek de oldukça zordur. Bu yüzden insanoğlunun sonuç çıkarabilme yeteneğini geliştirebilmesi için belirsizliklerle çalışması gerekmektedir. Bu mantıkta insan düşüncesi kullanılarak tam bilgi yerine sınırlı bilgi kullanılır. Verilerin eksik veya sınırlı oluşu, klasik matematiksel yöntemlerin kullanılmasıyla karmaşık sistemlerin modellenmesini ve kontrol edilmesini zorlaştırmıştır. Bulanık sistem teorisi, küme teriminin klasik anlamının genişletilmesine dayanarak belirsiz ve eksik bilginin işlenmesi için özel mantıksal ve matematiksel işlemleri belirtir (Memmedova ve Keskin 2009).

Bilgi teknolojileri farklı alanlarda hızlı bir şekilde gelişimlerini sürdürmektedirler. Değişen yaşam koşulları sonucunda insanların karşılaştığı olumsuzluklar, gün geçtikçe daha çözülmesi zor bir hale gelmekte ve insanları farklı çözümler bulmaya sevk etmektedir. Bunun sonucunda insanların günlük yaşantıları doğrultusunda karar vermelerine yardımcı olacak bilgisayar destekli bazı yapay zekâ programları geliştirilmektedir. Bu programlara ait yöntemlerden birisi olan bulanık mantık yöntemi, karmaşık problemlerde nesnel ve belirli olmayan konulara işaret eden durumları uygun bir şekilde açıklamaktadır. Bulanık küme teorisinin 1965 yılında Lotfi Zadeh tarafından ortaya konulmasından bu yana başta mühendislik alanı olmak üzere tıp, biyoloji, eğitim ve ekonomi gibi birçok alanda gün geçtikçe artan yayın sayısı ile birlikte geniş kitlelere ulaşmaktadır. Bununla birlikte tarım ve hayvancılık alanında oluşturulan karar destek sistemleri, sınıflandırma, optimizasyon ve tahminlemek gibi işlevler hayvansal ve bitkisel üretimde farklı amaçlarla kullanılmaya başlanmıştır.

İşleyiş bakımından Gri sistem teorisine benzer bir şekilde çalışan bulanık kümeler de kesin olmayan bilgiler içeren nitel ve nicel kavramlar ile verileri aynı anda insan aklına benzer biçimde modelleyebilmeyi amaçlamaktadır. Günümüz teknolojisinde çok yaygın

olarak karşımıza çıkan akıllı ve uzman sistemlerle otomasyonda, belirsizlik ortamında en iyi karar verebilme ve modellemenin temelinde bulanık mantık önerme ve çıkarımları bulunur. Son yıllarda, ülkemizde de, sistem ve kontrol ilkelerinin öğrenimi ve uygulaması bilim ve araştırma alanlarında önemli bir yer tutmaktadır. Dünya çapında birçok şirketin Ar-Ge çalışmalarında bulanık sistem ve kontrol mekanizmaları aranır hale gelmiş olup, ülkemiz şirketlerinde de yavaş yavaş kullanılır hale gelmiştir (Şen 2001).

Tron and Margaliot (2004), bulanık modelleme yaklaşımının sözel verileri matematiksel formüllere veya matematiksel formülleri sözel verilere dönüştürmede oldukça etkili bir yaklaşım olduğunu ifade eden araştırmacılar, balıkların içgüdüsel davranışlarının arkasındaki mekanizmayı açıklayabilmek için Lorenz'in modelleme tekniği ve bulanık modelleme yaklaşımı ile matematik modeller oluşturmuştur. Bu modellerle yapılan simülasyon sonuçlarını doğada gözlenen davranışlarla karşılaştırmışlar ve matematik model oluşturmak için mevcut yöntemler içerisinde bulanık modelleme yaklaşımının en uygun yaklaşım olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak da bulanık modelleme araçlarının var olan simülasyon ortamlarına eklenmesi ile biyoloji, ekonomi, psikoloji ve sosyoloji gibi yapısında çok miktarda sözel verileri barındıran bilim alanlarında yaygın bir kullanım olanağı bulacağını belirtmişlerdir.

Klun and Virant (1999) bulanık mantığın biyomedikal analizlerde istatistiklere bir alternatif veya destek verici bir teknik olarak nasıl kullanılabileceğini ve gerekliliğini araştırmışlardır. Çalışmada modern mantığın biyomedikal analizler üzerindeki etkisi üzerine odaklanmışlar ve son 50 yılda klasik mantığın yerini bulanık mantık, olasılık mantık ve diğer birçok mantığın aldığını ifade etmişlerdir. Ayrıca istatistiksel modellerde teorik sonuçlar ile gerçek uygulamalardaki sonuçlar arasında büyük bir farklılık olduğunu ve bu farklılığın bulanık mantık kullanılarak giderilebileceğini ifade etmişlerdir.

Bu mantıktan yola çıkarak ülkemizde ve dünyada birçok alanda bu konuyla ilgili bilimsel çalışmalar yapılarak konunun ne derece önem arz ettiği ortaya koyulmuştur.

Bu çalışmada 28 haftalık yaştaki 24 adet Lohmann LSL tipi beyaz yumurtacı tavuk rasyonlarına ilave edilen zeolit, organik asit ve zeolit+organik asit maddelerinin yumurta ağırlığı, yemden yararlanma oranı, yumurta verimi, günlük yem tüketimi, kırılma mukavemeti, şekil indeksi, kabuk kalınlığı, kabuk ağırlığı, ak indeksi, sarı indeksi ve haugh birimi parametreleri doğrultusunda Gri ilişkisel analiz, temel bileşenler analizi ve bulanık sistem teorisi yöntemleri kullanılarak yumurtalara ait kalite ve performansın belirlenmesinde en önemli etkiye sahip değişkenlerin tespit edilmesi, ayrıca kalite ve performans bakımından en yüksek değere sahip yumurtanın belirlenmesi amaçlanmıştır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Topal vd (2016), İvesi ve Morkaraman koyun ırklarının farklı kaslarından alınan örneklerin duyuşsal analiz sonuçları ile ırk ve kas tipi bakımından hangilerinin daha çok tercih edildiğini araştırdıkları çalışmada Gri İlişkişel Analiz yöntemi ile İvesi ve Morkaraman ırklarının tercih edilme dereceleri arasında bir farkın olmadığını gözlemlemiştirler. Kaslar arasında gri ilişki katsayısına göre önemli bir farklılığın olmadığını, fakat en fazla tercih edilen kasın sırasıyla Semitendinosus, Longissimus Dorsi ve Triceps Brachi olduğunu ve yapılan duyuşsal analizde etin tercih edilmesinde en önemli faktörlerin sertlik derecesi, sululuk, gevreklik, çiğneme sayısı, koku ve genel kabul edilebilirlik olduğunu tespit etmişlerdir.

Saraç ve Alptekin (2017), yapmış oldukları çalışmada Türkiye'deki illerin, 2009-2013 yılları arasındaki sürdürülebilir kalkınma sıralamalarını tespit etmek amacıyla ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlar adı altında toplam 51 parametreyi incelemiş, Gri İlişkişel Analiz yöntemiyle elde edilen gri ilişkişel derece değerleri esas alınarak bir sıralama oluşturmuşlardır.

Kurşun *et al.* (2017), buğday eleme makinesi üretimindeki hataları tespit etmek ve alınacak önlemleri belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada gri ilişkişel analizi ile bütünleştirilmiş hata türü ve etki analizi (HTEA) yaklaşımlarını kullanılarak risk faktörlerinin hem eşit ağırlığa hem de farklı ağırlıklara sahip olduğu varsayımıyla üretimde meydana gelebilecek hataların önceden tespit edilmesi ve bu hataların müşterilere yansımaması açısından gerekli tedbirlerin alınabileceğini tespit etmişlerdir.

Karkacier ve Yazgan (2017), turizm sektörü konusunda faaliyet gösteren ve İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'na kayıtlı on firmanın finansal performanslarını finansal oranlar yardımıyla değerlendirmeye çalıştıkları araştırmada 2015 yılındaki finansal performanslarını Gri İlişkişel Analiz yöntemi kullanılarak tespit etmişlerdir. Analiz sonucunda turizm işletmelerinin finansal performanslarını değerlendirmede kullanılan

kaldıraç oranının (%69,75) en önemli parametre olduğunu ve G firmasının en yüksek performansa sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Karaatlı (2016), çalışmasında, Türkiye'nin 2003-2014 yılları arasındaki turizm performansını, 19 kriteri dikkate alarak (ÇKKV) çok kriterli karar verme yöntemleri ile kıyaslamıştır. Çalışmada kriter ağırlıkları için Entropi Yöntemi kullanılırken, yılların kendi içinde performans değerlendirmesi için Gri İlişkisel Analiz Yöntemi kullanılmıştır.

Mammedova ve Keskin (2011), ineklerin hareket özelliği, hareketli olup olmaması ve son kızgınlıktan sonra geçen süre özelliklerini kullanarak, kızgınlığın doğru bir şekilde tespit edilmesini bulanık mantık yöntemini kullanarak, kızgınlığın %98 gibi oldukça yüksek sayılabilecek bir oranda tespit edilebileceğini ortaya koymuşlardır.

Türk imalat sektöründe faaliyet gösteren 21 işletmenin 2012-2014 dönemi Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) tarafından hesaplanan sektör oranları doğrultusunda ilgili yıllar içerisinde hangilerinin en başarılı performansa sahip olduğunu belirlemek amacıyla uygulanan gri ilişkisel analiz sonucunda en yüksek performansa sahip sektörlerin, Tütün Ürünleri İmalatı, Kok Kömürü ve Rafine Edilmiş Petrol Ürünlerinin İmalatı ve İçeceklerin İmalatı, en düşük performansa sahip olan sektörün ise Gıda Ürünlerinin İmalatı olduğu tespit edilmiştir. (Karadeniz vd 2017).

Ayaydın vd (2017), Türkiye'de lojistik sektörün faaliyet gösteren 500 firma arasından seçtikleri 10 firmaya ait performans değerlendirmesi amacıyla firmalara ait verimlilik, büyüklük ve kârlılık oranları parametreleri göz önüne alınarak uyguladıkları Gri İlişkisel Analiz sonucunda, firmaları finansal performanslarına göre sıralamışlardır.

Marengo *et al.* (2003), iki boyutlu (2D) elektroforez ünitelerinin biyolojik sistemlerde proteinleri ayırıştırması için görüntünün sayısallaştırılmasını amaçladıkları çalışmada, iki boyutlu elektroforetik değişkenini göz önüne alarak sekiz numuneden oluşan bir veri

setine temel bileşenler analizi ve bulanık mantık uygulayarak proteinlerin ayrıştırılmasını %91 gibi yüksek bir oranda tahmin etmişlerdir.

Tahmin hatası ile karakterize edilen işlem girdilerinin dinamik değişikliklere göre arıza veya kusurunu tahmin edebilmek amacıyla yürütülen çalışmada uygulanan Temel Bileşenler Analizi (PCA) ve bulanık mantığın güvenilir sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir (Bouhouche *et al.* 2007).

Wang and Wang (2013), aşınma parçacıklarını tanımlama sürecinde, çalışmanın hassasiyetini olumsuz yönde etkileyecek parametreleri temel bileşenler analiz yöntemiyle modelden çıkarıp, gri ilişkisel analiz yöntemiyle geliştirdikleri yeni bir algoritma sonucunda, çoklu parametrelerden kaynaklanan hata sorununu başarılı bir şekilde çözebildiklerini ve aşınma parçacıklarını hızlı ve doğru bir şekilde tanımladıklarını ifade etmişlerdir.

Geri dönüşümlü Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE) malzemelerinin yeniden kullanılabilirliğini araştırmak amacıyla yürütülen çalışmada, kullanılan kalıplama parametrelerinin çekme, basınç ve bükülme mukavemetlerine ait performansını değerlendirmek için uygulanan gri ilişkisel ve temel bileşenler analizi sonucunda elde edilen gri ilişki katsayılarına göre, yüksek yoğunluklu polietilen malzemelerinin yeniden kullanılmasında bir sakınca olmadığı ifade edilmiştir (Khan *et al.* 2010).

AA 6061 ve AA 6351 alaşımlarını içeren sürtünmeli derzlerin bağlanma mukavemet ve sertliğini incelemek amacıyla yürütülen çalışmada, sürtünmeli kaynak parametrelerinin optimal ayarlarını tespit etmek için gri temel bileşen analizi (G-PCA) adlı yeni bir yaklaşım kullanılarak, tavsiye edilen optimum ayar ile elde edilen sonuçların performans özelliklerine olumlu katkı sağladıkları belirtilmiştir (Adalarasan and Santhanakumar 2014).

Subaşı vd (2017), hafif betonlarda yarmada çekme dayanımı değerlerini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada, betona uyguladıkları genişletilmiş kil agrega

ilavesinin yarmada çekme dayanımını bulanık mantık yöntemiyle başarılı bir şekilde belirlemişlerdir.

İşletmelerde yaralanma ve can kayıplarının önlenmesi konusunda yapılan çalışmada, bulanık mantık ve çok kriterli karar verme yöntemleri sonucunda, en önemli ilk üç risk kaynağının çalışma ortamı, kullanılan makine, teçhizat ve çalışan kaynaklı riskler olduğu, öncelikli ilk üç önlemin ise, tatbikat yapma, eğitim düzenleme ve makine yenileme olduğu tespit edilmiştir (Yılmaz ve Şenol 2017).

Topçu vd (2017), otomobil lastiklerinin, beton özelliklerini iyileştirmek amacıyla yürütmüş oldukları çalışmada, otomobil lastiklerinin betona iki farklı boyutta katılarak ultrases geçiş hızını ve basınç dayanımını bulanık mantık yöntemiyle oluşturulan modeller doğrultusunda deney yapmadan çok az bir hatayla ve de çok kısa bir sürede tahmin etmişlerdir.

Çay vd (2017), arazi toplulaştırma projelerinin uygulanmasında en zor süreç olan dağıtım aşamalarını, bulanık mantık yöntemi doğrultusunda mekânsal karar destek sistemi ve genetik algoritma kullanarak çözmeye çalışmışlardır.

Firk *et al.* (2002a), ineklerde hareket ve son kızgınlıktan sonra geçen süreyi kullanarak, kızgınlığı doğru bir şekilde tespit etmeyi amaçladıkları çalışmada, bulanık mantık yöntemi sonucunda, düşük hareketli, son kızgınlıktan sonra geçen sürenin kısa, normal, normalden uzun ve uzun, hareketin orta, son kızgınlıktan sonra geçen sürenin ise kısa ve normalden uzun, hareketin yüksek ve son kızgınlıktan sonra geçen sürenin kısa olduğu durumlarda ineğin kızgın olmadığına, diğer durumlarda ise ineklerin kızgın olduğuna karar vermişlerdir.

Wade *et al.* (1998), yapmış oldukları ıslah çalışmasında, hayvanın süt verimi, doğum aralığı ve yaş parametrelerini kullanarak oluşturduğu bulanık model sonucunda, süt verimi az, doğum aralığı uzun, yaşı çok olan hayvanların ayıklanması konusunda kolay karar verilebileceğini, ancak süt verimi fazla olan, doğum aralığı uzun ve yaşı çok olan

hayvanlar için karar vermenin kolay olamayacağını belirtmişlerdir. Sonuçta, hangi hayvan veya hayvanların sürüden çıkarılacağı konusunda uygulanan yöntemin hayvancılık açısından yararlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Kavdır and Guyer (2003), elmaların kalite kriterlerine göre sınıflandırılmalarını amaçlayan çalışmalarında renk, boyut ve yüzeysel bozukluk özelliklerinin kullanıldığı bulanık modelde elde edilen sınıflama sonuçlarıyla konunun uzmanı tarafından öngörülen sonuçlar arasında yüksek seviyede bir uyumun olduğu tespit etmişlerdir.

Morag *et al.* (2001), yaptıkları çalışmada, bulanık mantığı kullanarak çiftlik hayvanlarının rasyonlarına katılması gereken kesif yem miktarını hayvanların performanslarına (süt verimi ve vücut ağırlığı) göre bireysel olarak belirleyen bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Bulanık mantık kullanılarak oluşturulan karar destek sistemlerinin pratik olarak kullanılabileceğini gösteren araştırmacılar, Karar Destek Sistemlerinin (KDS) verdiği kararlar ile uzmanın verdiği kararlar arasında %10'luk bir farklılık olduğunu, bunun da önemli olmadığını belirtmişlerdir.

Sıcat *et al.* (2005) tarımsal arazilerin uygun bir şekilde sınıflandırılması için bulanık mantığı kullanarak bir model geliştirmişlerdir. Deneme materyali olarak Hindistan'ın belirli bir bölgesinde bulunan tarımsal arazilerini kullanan araştırmacılar, tarımsal arazilerin uygun bir şekilde sınıflandırılması ve en iyi arazi kullanma planının oluşturulması için oluşturmuş oldukları bulanık modelin son derece uygun ve kullanışlı olduğunu belirtmişlerdir.

Sriraman and Yorga (2004), bulanık mantığı kullanarak sera içi hava kontrolörü geliştirmişlerdir. Araştırmacılar sera içi hava şartlarının kontrolünde klasik yöntemlerin yetersiz kaldığını bildirmişlerdir. Bu sorunu çözmek için MATLAB'da Mamdani çıkarım yöntemini kullanarak daha etkili, daha kolay ve hızlı çalışabilen bir sistem geliştirmişlerdir.

Sofu ve Kitiş (2005), *Yersinia enterocolitica* bakterisinin Türk feta peynirinde yaşam süresini bulanık mantık kullanarak modellemişlerdir. Çalışma sonunda Türk feta peynir

retiminde gıda güvenliğinin sağlanması için bakteri yaşam süresi parametreleri çok kolaylıkla belirlenebileceği ifade edilmiştir. Ayrıca değişen faktörlere göre bakterinin yaşam süresi ve akademik çalışmalar sonucu elde edilen olumlu kazanımlara göre kural tabanlı ve üyelik fonksiyonları tekrar düzenlenerek yeni yaşam sürelerinin belirlenebileceği ifade edilmiştir.

Eşme vd (2009), galetaj üretiminde zaman ve maliyet açısından bilimsel ve deneysel metotları kullanarak işletmelerin artan rekabet şartlarında pazar paylarını arttırabilmeleri ve etkin çalışabilmeleri konusunda yaptıkları çalışmada, Taguchi tabanlı gri ilişki metodu kullanılarak galetaj parametrelerinin çok amaçlı karar verme optimizasyonunu başarılı bir şekilde ortaya koymuşlardır.

Shahin *et al.* (2000), yer fıstığının olgunlaşmasının tahmin edilmesinde bulanık mantık ve ayırma (discriminant) analizini karşılaştırmışlardır. Bulanık mantık kullanıldığında 6 sınıf olduğunda %45 doğruluk, 5 sınıf olduğunda %63, 3 sınıf olduğunda %73 başarı sağlamışlardır. Bu oranlar doğrusal ayırım analizinde sırasıyla %42, %56 ve %70'dir. Bu alışma sonucunda olgunlaşma tahmininde bulanık mantıkla yapılan tahminin ayırım analizinden daha iyi olduğunu tespit etmişlerdir.

Peker ve Baki (2011), sigorta sektöründe faaliyet gösteren üç farklı şirketi likidite, kaldıraç ve karlılık oranları yardımıyla finansal performanslarına göre sınıflandırmak amacıyla uyguladıkları gri ilişkisel analiz sonucunda likidite oranları yüksek olan bir şirketin finansal performansının da yüksek olabileceği sonucuna varmışlardır.

akmak vd (2012), vitrifiye sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede, kalite gelişimini olumsuz yönde etkileyen faktörleri tespit etmek amacıyla Gri İlişkisel Analiz ve Uyum analizini kullanarak işletmede karşılaşılabilecek olumsuzlukları gri ilişki derecelerine göre sınıflandırmışlardır.

Ahamed vd (2000) tarıma dayalı buğday yetiştirilen arazilerin kullanılabilirliğini analiz etmek için coğrafi bilgi sistem tabanlı bir bulanık model geliştirmişlerdir. Çalışma sonunda

araştırmacılar coğrafi bilgi sistemleri ve kısmi üyeliğe izin veren bulanık sınıflandırmanın bir arada kullanılması ile buğdayın mevcut tarım arazileri içerisinde en uygun bölgede yetiştirilmesini sağladıklarını ve bunun buğday üretimini arttırdığını belirtmişlerdir.

Yılmaz ve Güngör (2010), tornalama parametrelerinin optimizasyonu için çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Gri İlişkisel Analiz yöntemini kullanarak, SAE/AISI 4140 malzemesindeki iş parçasını, 3 farklı malzemedeki takım tutucularını, 3 farklı sertliklerde hazırlayarak takım tutucularının işleme esnasındaki kesme kuvveti ve titreşim üzerindeki etkilerini inceleyerek, takım tutucularının sertlikleri ve farklı malzeme yapılarının kesme kuvveti ve titreşim üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Chien (2007), sosyal bilimlerde veri toplamak amacıyla en sık kullanılan ölçeklerden biri olan likert ölçeğindeki araştırmaları analiz etmek için gri ilişkisel analiz ve ridit analiz yöntemlerini kullanmış ve her iki yöneme göre elde ettiği sonuçların birbiriyle çok uyumlu olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Doğru ve güvenilir yazılım konusunda karşılaşılan olumsuzlukları akademik araştırma ve yazılım sektörü açısından gidermek amacıyla gri ilişkisel analiz teorisi entegrasyonuna dayalı yeni bir biçimsel (EA) analog tahmin modeli denenmiştir. Bu modelde ağırlıklı olarak sürekli ve kategorik değişkenlerin kullanıldığı iki yazılım programı arasındaki belirsizliği ortadan kaldırmak amacıyla bulanık mantık ile gri ilişkisel analiz entegrasyonu kullanılarak daha güvenilir tahminler elde edildiği ortaya çıkmıştır (Azzeh *et al.* 2008).

Singh *et al.* (2013) sacma işlenmesi malzemenin mekanik özelliklerin geliştirilmesi, üretici maliyetini azaltmak ve verimliliği artırmak amacıyla yaptıkları çalışmada temel bileşenler analizi ve Taguchi yöntemine dayalı gri ilişkisel analiz yöntemini kullanarak paslanmaz çelik malzemesinin performans özelliklerini araştırmışlardır. Atış işleminin optimizasyonu, gerilme mukavemeti ve yüzey pürüzlülüğü dikkate alındığında basınç,

atış boyutu, pozlama süresi, meme mesafesi ve proses parametreleri sonucunda çekiçleme işleminin üreticiye yararlı olacağı kanaatine varmışlardır.

Yıllık talep miktarının tahmin etmek amacıyla ekonomik sipariş miktarı modelinde yer alan birim stokta tutma ve sipariş verme parametrelerinin oluşturduğu modelde, toplam maliyet fonksiyonunun hesaplanması amacıyla uygulanan gri ilişkisel analiz sonucunda, toplam maliyet fonksiyonu parametreleri için eşit ağırlıklı ortalama durulaştırma yönteminin bulanık matematiksel programlama yönteminden daha iyi sonuçlar ürettiği görülmüştür (Köse vd 2010).

Salehi *et al.* (2000) süt verimi konusunda geliştirdikleri yapay sinir ağı bulanıklaştıracısının, Lacroix'in 1998 yılında geliştirmiş olduğu tek değişkenli bulanıklaştıracıdan daha iyi sonuçlar verdiğini ve bu bulanıklaştıracının kullanıldığı karar destek sistemlerinin uzmanların vermiş olduğu kararlara oldukça yakın sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Hasani *et al.* (2012), çoklu performans özelliklerine sahip açık uçlu eğrilmiş liflerin mukavemetini tespit etmek amacıyla gri ilişkisel analiz tabanlı Taguchi yöntemine dayalı bir model üzerinde çalışmışlardır. Gri ilişkisel analiz sonucunda elde edilen gri ilişki derecelerine dayanarak, metre başına lif sayısının, pervane hızının, pervane yarıçapının ve iplik mukavemetinin performans özellikleri bakımından en fazla etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Chao and Chin (2006), yazılım proje planlamasının hedefi, proje yöneticisinin kaynaklar kısıtlı olduğu için yazılım geliştirme çalışmalarını doğru tahmin etmeleri amacıyla Gri İlişkisel Analiz yönteminin diğer yöntemlerden daha iyi bir tahmin performansı sunduğunu, dengelenmemiş bir veri seti ile yazılım geliştirme çalışmasını tahmin edebilmek için daha uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Tektaş (2014), öğretim elemanlarının performanslarının değerlendirilmesi için Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Endüstriyel Elektronik Bölümünde

öğrenim gören öğrencilere yaptığı anket uygulamasında demografik sorularının yanı sıra öğretim elemanının performansı ile ilgili sorular yöneltmiştir. Anket sonucunda elde ettiği verileri Gri İlişkisel Analiz yöntemi ile değerlendirilmiş ve sonuçları bu doğrultuda yorumlamıştır.

Dharun *et al.* (2014), yapmış oldukları çalışmada, çoğu firmanın üretim talebini karşılamak amacıyla uygun satıcının seçilmesi konusunda problemleri tespit etmek amacıyla Gri İlişkisel Analiz yöntemini kullanarak, satıcıları seçerken uygun bir değerlendirme modeli tespit etmişler ve bu model doğrultusunda alım maliyetini önemli ölçüde düşürmenin yanı sıra üretimi ve genel rekabet gücünü artırmayı hedeflemişlerdir.

Yi and Yulong (2010), çeşitli faktörlerin etkisi altında kalan geminin güvertesindeki kabloların geri kalan ömrünü tahmin etmek amacı ile Gri Lineer Regresyon Modeli kullanmışlardır. Çalışmada, asıl yıpranma verisi ve geleneksel Arrhenius Denklemi arasındaki kıyaslama ile etkinliğini kanıtlamışlardır.

Singh *et al.* (2014), gri sisteme dayalı Taguchi yöntemini kullanarak, çok yanıtlı problemleri tek yanıtlı problemlere indirgemeyi amaçlamışlardır. Bu çalışmada sondaj yapılan bölgenin yüzey kalitesine etki eden özellikler dikkate alındığında gri ilişkisel analiz sonucunda en az yüzey sertliğinin, en az pürüz yüksekliğinin ve ideal delik yarıçapının sondaj yapılan deliğin yüzey kalitesini olumlu yönde etkilediğini tespit etmişlerdir.

Zhu and Hao (2009), su kalitesini belirleyen klasik yöntemlerin eksiklikleri sonucunda Suzhou nehrine ait su kalite kriterlerini değerlendirmek için tasarladıkları gri ilişkisel analiz modelin, bulanık kompleks karar yönteminden daha iyi sonuçlar verdiğini ve su yaşıntısı için nehir kirliliğine karşı temel niteliği oluşturabilecek engelleyici tedbirlerin de bu yöntem ile alınabileceğini ifade etmişlerdir.

3. MATERİYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Hayvan materyali

Araştırmanın hayvan materyalini Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Yayın Merkezi Müdürlüğü Tavukçuluk Şubesinde yetiştirilen 28 haftalık yaştaki 24 adet Lohmann LSL tipi beyaz yumurtacı tavuk oluşturmuştur. Bu araştırma için gerekli etik kurul onayı Atatürk Üniversitesi Deney Hayvanları Yerel Etik Kurul Başkanlığı'ndan alınmıştır (30.12.2015 tarih ve 10/189 sayılı karar).

3.1.2. Yem materyali

Yem materyalini (1. dönem kafes yumurtacı tavuk yemi) Erzurum ilinde faaliyet gösteren bir ticari firmadan temin edilen yumurtacı tavuk yemine zeolit, organik asit (P) ve zeolit+organik asit (P) ilave edilerek hazırlanan üçü deneme ve biri kontrol olmak üzere dört rasyon grubu oluşturmuştur. Rasyona ilave edilen zeolit ve organik asit bir ticari firmadan sıvı formda temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan rasyonun kimyasal bileşimi Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yem Analiz Laboratuvarında Weende analiz yöntemine göre belirlenmiştir.

3.2. Kalite ve performans kriterleri

Yumurta ağırlığı, yemden yararlanma oranı, yumurta verimi, günlük yem tüketimi, kırılma mukavemeti, şekil indeksi, kabuk kalınlığı, kabuk ağırlığı, ak indeksi, sarı indeksi ve Haugh birimi kalite ve performans kriterleri olarak alınmış olup, bu parametrelere ait değerler Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yem Analiz Laboratuvarında ölçülmüştür.

3.3. Metot

3.3.1. Gri ilişkisel analiz

Gri ilişkisel analizi, siyahın bilgiye sahip olmadığını, beyazın bilgiye tamamen sahip olduğunu, gri rengin ise, siyah ile beyaz arasındaki bilginin derecesini gösterdiği düşünülmektedir. Başka bir ifadeyle gri sistemde bazı bilgilerin bilindiği ve bazılarının bilinmediği kuralından yola çıkılmıştır. Beyaz sistemde, sistem içerisindeki faktörlere ait ilişkiler kesin olmakla beraber gri sistemde kesin değildir (Tosun 2006).

Gri ilişkisel analiz, gri modellemenin alt başlıklarından biridir. Bu analiz yöntemi, gri bir sistemdeki her bir faktör ile karşılaştırılan faktör (referans serisi) serisi arasındaki ilişki derecesini belirlemeye yarayan bir metottur. Her bir faktör bir dizi (satır veya sütun) olarak tanımlanır. Faktörler arası etki derecesi ise gri ilişkisel derece olarak isimlendirilir (Üstünişik 2007).

Gri ilişkisel analiz metodunun aşamaları aşağıdaki gibidir

1. Aşama: n sayıdaki referans serisinin formülizasyonu (Deng 1989; Hsu and Huang 2006).

$$x_0 = (x_0(1), x_0(2), x_0(3), \dots, x_0(n))$$

2. Aşama: Verilerin normalizasyonu

Faktörlerin farklı kaynaklardan geldiği, farklı birimlerde ölçüldüğü düşünüldüğünde gri ilişkisel analizinin ilk adımı verilerin aynı birime dönüştürülmesidir. Ayrıca serinin çok geniş aralıklarda değerler aldığı durumlarda standartlaştırmayla verilerin küçük bir aralığa çekilmesinde de fayda vardır. Gri sistem teorisinde bu normalleştirme projesine “gri ilişkisel oluşum” adı verilmektedir. Verilerin normalizasyonunda en sık kullanılan yöntemlerden birisi lineer veri önışleme metodudur (Yılmaz ve Güngör 2010).

Faktör serilerinin normalizasyonunda dikkat edilmesi gereken “daha yüksek daha iyi”, “daha düşük daha iyi” ve “en ideal en iyi” kriterlerinden hangisinin serinin özelliğini yansıttığıdır. Örneğin serideki noktaların küçük değerler olması istenen bir özellik ise lineer normalizasyonda küçük değer alan noktalar normalizasyonda “1” e yakın değerler alırken, büyük değer alan noktalar “0” ‘a yakın değerler alacaktır (Lin and Lin 2002).

“Daha yüksek daha iyi” durumunda normalizasyon; Kuo *et al.* (2008).

$$x_i(k) = \frac{x_i^0(k) - \min x_i^0(k)}{\max x_i^0(k) - \min x_i^0(k)}$$

$x_i^0(k)$: i serisindeki k sırasındaki orijinal değer

$x_i(k)$: normalizasyon sonucunda i. seri k. sıradaki değer

$\min x_i^0(k)$: i serisindeki minimum değer

$\max x_i^0(k)$: i serisindeki maksimum değer

“Daha düşük daha iyi” durumunda normalizasyon;

$$x_i(k) = \frac{\max x_i^0(k) - x_i^0(k)}{\max x_i^0(k) - \min x_i^0(k)}$$

“İdeal değer daha iyi” durumunda normalizasyon;

$$x_i(k) = 1 - \frac{|x_i^0(k) - x^0|}{\max x_i^0(k) - x^0}$$

Burada x^0 istenilen ideal değeri göstermektedir.

3. Aşama: x^0 serisi ile karşılaştırılacak m tane seri aşağıdaki gibi tanımlanır; Zhu and Hao (2009).

$$x_i = (x_i(1), x_i(2), x_i(3), \dots, x_i(n)) \quad i=1,2,\dots,n$$

4. Aşama: k, n sayıda serideki k. sırayı gösterdiği düşünüldüğünde, $\varepsilon(x_0(k), x_i(k))$, k. noktadaki gri ilişkisel katsayı olup aşağıdaki formül ile gösterilir. Mao, *et al.* (2010).

$$\varepsilon(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\Delta_{min} + \xi \Delta_{max}}{\Delta_{0i}(k) + \xi \Delta_{max}}$$

ξ ; 0 ile 1 arasında değer alır ve Δ_{0i} ile Δ_{max} arasındaki farkı ayarlayan ayırıcı katsayıdır. Genelde 0.5 olarak alınır.

$$\Delta_{0i}(k) = |x_0(k) - x_i(k)|$$

$$\Delta_{min} = \min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)|$$

$$\Delta_{max} = \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|$$

5. Aşama: gri ilişkisel derece katsayıları hesaplanır; (Wu, 2007).

$$\gamma_i(x_0, x_{ji}) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \varepsilon(x_0(k), x_i(k))$$

$\gamma(x_0, x_i)$ gri bir sistemdeki x_i serisi ile x_0 referans serisi arasındaki geometrik benzerliğin bir ölçüsüdür. Gri ilişki derecesinin büyüklüğü x_i ile x_0 arasında önemli bir ilişki olduğunu gösterir. Eğer karşılaştırılan iki seri birbirinin aynı ise gri ilişki derecesi 1 olarak bulunur. Gri ilişki derecesi karşılaştırılan serinin referans seriye ne kadar benzer olduğunu gösterir.

Karar verme probleminde referans seri, kriterlerin alması istenen en büyük, en küçük ve en ideal değerler olarak seçilirse, karşılaştırması yapılacak faktör serinin referans seriye

göre hesaplanacak gri ilişkisel derecesi kriterleri uyuma seviyesinin bir göstergesi olacaktır. Diğer bir deyişle gri ilişkisel derecesi en yüksek olan faktör serisi (alternatif) karar verme probleminde en iyi karar verme alternatifini gösterecektir (Yılmaz ve Güngör 2010).

Gri ilişki derecesinin büyüklüğü i'inci referans veri serisinden orijinal veri serisinin standart sapmasının genel derecesini yansıtmaktadır (Wu 2007).

Gerçek uygulamada her bir faktör veya değişkenin etkisi aşağıdaki gibi hesaplanır (Xuerui *et al.* 2007).

$$\gamma_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n w_k \varepsilon(x_0(k), x_j(k))$$

Burada w_k ağırlık değeridir. Gri ilişkisel analizde gri ilişki dereceleri seriler arasındaki ilişkiyi göstermek için kullanılır. Şayet iki seri aynı ise gri ilişki dereceleri bire eşit olur. Bu çalışmada ağırlık değerleri w_k temel bileşenler analizinden elde edilmiştir.

3.3.2. Temel bileşenler analizi

Temel bileşenler analizi (PCA), aralarında korelasyon bulunan değişkenlerin açıkladığı varyans yapısını aralarında korelasyon bulunmayan ve orijinal değişkenlerin doğrusal bileşenleri olan yeni değişkenlerle açıklama yöntemidir. Temel bileşenlerin sayısı orijinal değişkenlerin sayısı kadar veya daha az olur. Temel bileşenlerin bulunmasında orijinal değişkenlerin varyans-kovaryans matrisinden veya korelasyon matrisinden yararlanılır. Değişkenler aynı ölçü biriminde ise varyans-kovaryans matrisi, değişkenler farklı ölçü biriminde ise korelasyon matrisi kullanılır. Temel bileşenler analizi boyut indirgemek ve tahminleme yapmak için kullanılır.

Temel bileşenler aşağıda belirtilen eşitliğe göre hesaplanmıştır (Kuo *et al.* 2013; Mehat *et al.* 2014).

$$Y_{mk} = \sum_{i=1}^n X_m(i) \cdot V_{ik}$$

Özdeğer vektörlerinin karesi, temel bileşenlere karşılık gelen kalite karakteristiğinin katkısını gösterir. Her bir özdeğer vektörün karesi alınarak elde edilen kalite karakterlerinin katkı paylarının ortalaması kalite değişkenlerinin ağırlık değerlerini (w_k) vermektedir (Mehat *et al.* 2014). Temel bileşenler analizine göre her bir değişken için elde edilen ağırlık değerleri (w_k) kullanılarak her bir örneğin gri ilişki derece değerleri hesaplanmıştır.

Xuerui *et al.* (2007) and Xiaojun *et al.* (2010) gri ilişki derecelerinin alt ve üst sınırlarının bulunmasında gri ilişki derecelerinin standart sapmasını kullanarak aşağıdaki gibi tanımlamışlardır.

Gri ilişki derecelerinin standart sapması $\varepsilon(x_0(k), x_j(k)) = S_{\gamma_i}$ olmak üzere

$$S_{\gamma_i} = \sqrt{\left[\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \gamma_i)^2 \right] / (n - 1)}$$

γ_i : Gri ilişki derecelerinin aritmetik ortalaması

Gri ilişki derecelerinin alt ve üst sınırları

Alt sınır

$$\gamma_i - S_{\gamma_i}$$

Üst sınır

$$\gamma_i + S_{\gamma_i}$$

eşitliklerine göre hesaplanır. (Xuerui *et al.* 2007).

3.3.3. Bulanık mantık

Bulanık mantık; temelleri, Aristo mantığına dayanan klasik mantık sistemine karşı geliştirilen ve üzerinde durulan olaylara üyelik dereceleri atayarak olayların hangi oranlarla gerçekleştiğini belirlemeye çalışan çoklu mantık sistemidir (Görgülü 2007).

Temelde olasılık kuramı ve yapay zekâ teorileri üzerine oturtulmuş olan bulanık mantık, matematik modellemenin gerçek olaylara uyarlanması şeklinde yorumlanabilir. Çünkü bulanık mantık, "açık-kapalı, soğuk-sıcak, hızlı-yavaş gibi ikili denetim değişkenlerinden oluşan keskin mantık sistemini, az açık-az kapalı, serin-ılık, biraz hızlı-biraz yavaş gibi gerçek niteleyicilere belli üyelik dereceleri atayarak olayları gerçeğe yakın tanımlamayı ve gerçek dünyayı daha yaklaşık temsil eden sistemler oluşturmayı hedefler (Karanfil 1997).

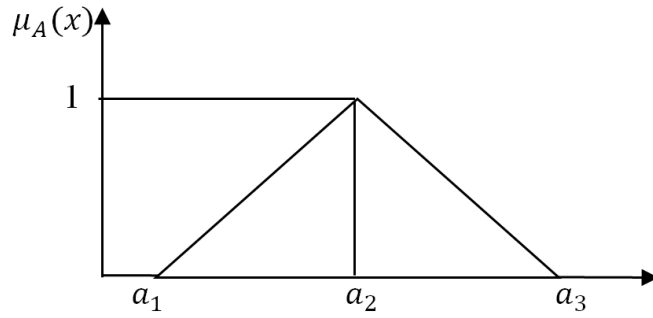
3.3.3.a. Üçgen üyelik fonksiyonu

Üçgen üyelik fonksiyonu a_1 , a_2 ve a_3 olmak üzere 3 parametre ile tanımlanır ve a_2 parametresi bu üyelik fonksiyonunun çekirdeğini oluştururken a_1 - a_3 arasında kalan değerlerde desteğini oluşturmaktadır. Yani çekirdekteki eleman sayısı 1 olan üyelik fonksiyonlarıdır. Üçgen üyelik fonksiyonu kullanılarak bir elemanın üyelik derecesinin hesaplanması, elemanın değerine (x) göre yapılır (Eklund *et al.* 2000).

Fonksiyon;

$$\begin{cases} a_1 \leq x \leq a_2 \text{ ise } (x - a_1)/(a_2 - a_1) \\ \mu_A(x; a_1, a_2, a_3) \text{ } a_2 \leq x \leq a_3 \text{ ise } (a_3 - x)/(a_3 - a_2) \\ x > a_3 \text{ ve } x < a_1 \text{ ise } 0 \end{cases}$$

olarak tanımlanır ve Şekil 3.1'deki gibi gösterilir.



Şekil 3.1. Üçgen üyelik fonksiyonu

A, X nesneler uzayında bir bulanık küme olsun. A bulanık kümesinin elemanları,

$$A = \sum_{i=1}^n \mu_A(x_i)/x_i = \mu_A(x_1)/x_1 + \mu_A(x_2)/x_2 + \dots + \mu_A(x_n)/x_n$$

şeklinde gösterilir. Burada $\mu_A(x)$; A bulanık kümesinin üyelik fonksiyonudur. Bu fonksiyonun alacağı değere de x elemanının A bulanık kümesindeki üyelik değeri denir ve $\mu_A(x)$ [0,1] şeklinde gösterilir (Karanfil 1997; Nascimento and Ortega 2002; Pereira *et al.* 2004).

3.3.3.b. Mamdani yöntemi

Bulanık küme teorisi temel alınarak oluşturulan ilk kontrol sisteminde kullanılan bulanık çıkarım yöntemidir. İlk kez 1974 yılında Ebrahim MAMDANİ tarafından kullanılmıştır. Bu ilk çalışma bulanık uzman sistemlerinin kullanılabilirliğini göstermiş ve kendisinden

sonra birçok çalışmaya örnek olmuştur (Tron and Margaliot 2004). Bulanık çıkarım yöntemleri içerisinde en yaygın kullanılan yöntemdir.

Bu yöntemin kural yapısı

$$\text{IF } (X_1 = A_{1,1}) \text{ VE } (X_2 = A_{1,2}) \text{ THEN } (Z_1 = C_1)$$

$$\text{IF } ((X_1 = A_{2,1}) \text{ VEYA } (X_2 = A_{2,2})) \text{ THEN } (Z_2 = C_2)$$

şeklinde (Mazzucco *et al.* 2000). Burada X_1 ve X_2 girdi değişkenleri Z ise çıktı değişkenidir. A_n ve $A_{1,2}$ girdi değişkenlerinin alt seviyelerini temsil eden üyelik fonksiyonlarıdır. C ise her kuralın sonunda çıkan bulanık sonuç kümesidir. C bulanık kümeleri Mamdani çıkarım yönteminde sonuç kısmında eşik değerinin kestiği noktanın altında kalan alandan oluşmaktadır. Daha önce ifade edildiği gibi eşik değeri (w_1), birinci kuralda AND mantıksal bağlantı işlemcisi kullanıldığı için en küçük üyelik derecesine, ikinci kuralda OR mantıksal bağlantı işlemcisi kullanıldığı içinde en büyük üyelik derecesine eşittir (Beynon 2004; Cerrada *et al.* 2005).

3.3.3.c. Durulaştırma

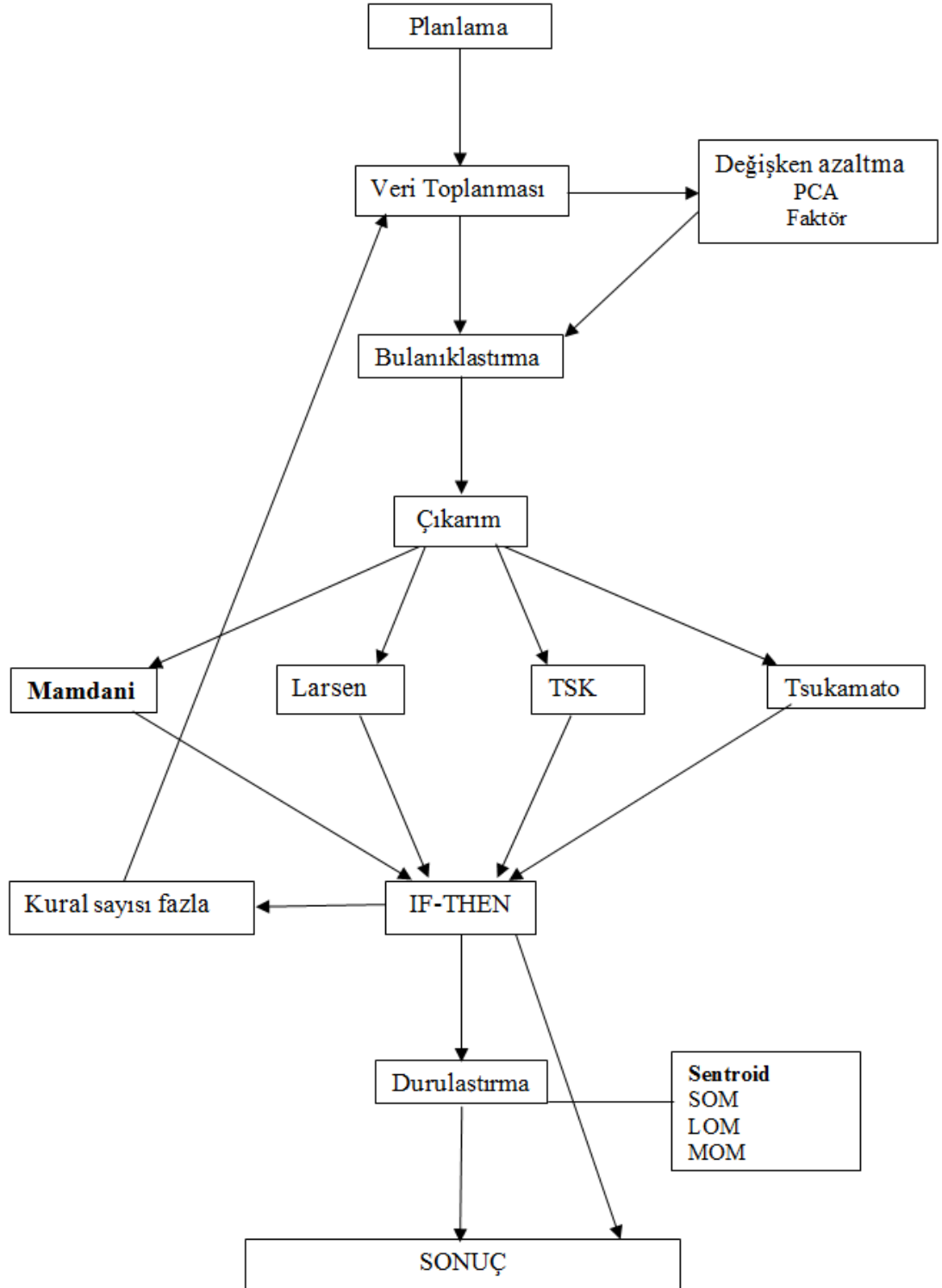
Bulanık model oluşturma son aşaması durulaştırmadır. Bu aşamaya çıkarım aşamasında sonuç değerlerinin bulanık bir küme olarak elde edilen Mamdani çıkarım yöntemi kullanılırsa ihtiyaç duyulur. Durulaştırma, bulanık bilgilerin kesin sonuçlara dönüştürülmesi işlemidir (Klun and Vırant 1999). Pratik uygulamalarda çoğu zaman kesin sayılara gerek duyulmaktadır. Bu durumlara bulanık olarak elde edilmiş veya verilmiş bilgilerden yararlanarak gerekli cevapların verilebilmesi için sürekli değişken özelliği gösteren verilere uygulanacak durulaştırma yöntemi Sentroid yöntemidir. (Baykal ve Beyan 2004).

3.3.3.d. Sentroid yöntemi

Durulaştırma yöntemleri arasında en sık kullanılan yöntem olup, ağırlık merkezi yöntemi olarak da adlandırılır. Bu yöntemde y^* durulaştırılmış değeri,

$$y^* = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \mu_B(y_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_B(y_i)}$$

eşitliğiyle hesaplanır (Popoola 2004; Lee 2006). Bu durumda y^* çıkarım işleminin son aşaması olan birleştirme aşamasında elde edilen bulanık kümenin ağırlık merkezi olarak kabul edilir.



Şekil 3.2. Bulanık model aşamaları

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Yirmi dört örnekten elde edilen gerçek değerler, kalite ve performans parametrelerine ilişkin aritmetik ortalama, standart sapma, minimum, maksimum, değişim genişliği ve varyasyon katsayısı (VK %) değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kalite ve performans parametrelerine ait tanımlayıcı istatistikler

Grup	YA	YYO	YV	GYT	KM	Şİ	KK	KA	Aİ	Sİ	Haugh
K1	66,50	2,39	83,57	132,96	1,83	75,5	0,383	8,31	10,16	50,73	85,38
K2	62,57	2,44	90,00	137,34	2,13	78,5	0,373	8,54	7,78	38,22	76,46
K3	61,67	2,34	92,86	133,82	1,44	76,0	0,367	8,11	8,40	41,65	80,63
K4	59,00	2,86	89,29	150,61	2,72	74,0	0,377	8,17	6,52	40,47	80,33
K5	66,67	2,32	87,86	135,89	2,72	77,0	0,383	8,94	9,49	43,72	82,96
K6	59,00	2,34	96,43	133,39	2,04	78,5	0,357	7,34	10,03	45,58	85,02
Z1	62,00	2,22	96,43	132,68	2,71	78,0	0,370	8,34	9,68	42,96	84,19
Z2	64,67	2,33	89,29	134,64	2,71	75,0	0,370	7,84	8,31	43,81	82,78
Z3	64,67	2,52	75,00	122,14	2,71	80,0	0,407	8,53	11,40	47,38	86,36
Z4	59,00	2,81	96,43	159,82	3,00	76,0	0,380	9,12	10,33	47,36	85,57
Z5	63,00	2,30	80,00	115,89	3,02	74,5	0,377	7,83	6,83	43,94	73,91
Z6	57,50	2,09	77,00	92,71	3,31	76,5	0,350	8,30	6,44	44,00	64,41
P1	67,67	2,15	89,29	129,93	2,72	79,0	0,400	9,53	9,54	43,38	84,86
P2	64,50	2,42	82,26	128,57	2,88	81,0	0,393	8,54	9,83	48,50	86,42
P3	60,00	2,08	75,00	93,79	2,70	76,0	0,390	8,90	8,97	47,14	84,04
P4	62,40	2,48	100,00	154,54	3,25	77,5	0,377	7,50	8,58	47,20	84,05
P5	59,50	2,44	96,43	139,96	2,02	73,5	0,377	9,76	8,68	45,41	79,39
P6	63,50	2,15	72,86	99,39	3,49	76,5	0,390	10,32	8,91	44,19	82,99
(Z+P)1	68,25	2,36	89,29	143,79	3,60	75,0	0,367	9,87	7,57	41,90	76,63
(Z+P)2	63,00	2,58	83,93	136,33	4,16	77,0	0,373	9,03	9,33	43,14	80,66
(Z+P)3	63,50	2,62	80,00	133,12	4,15	78,5	0,418	9,05	8,53	42,95	81,59
(Z+P)4	60,00	2,83	78,95	134,05	3,52	74,5	0,377	8,15	8,59	43,56	82,62
(Z+P)5	64,67	2,21	89,29	127,86	3,06	77,5	0,360	7,09	8,62	43,29	83,27
(Z+P)6	63,33	2,75	82,14	142,86	2,53	73,0	0,363	7,53	8,32	41,74	81,23
$\bar{X}$	62,77	2,42	86,40	131,09	2,85	76,6	0,378	8,53	8,78	44,26	81,49
S	2,93	0,23	7,81	16,77	0,67	2,05	0,02	0,83	1,21	2,77	4,84
Min	57,50	2,08	72,86	92,71	1,44	73,0	0,350	7,09	6,44	38,22	64,41
Mak	68,25	2,86	100,00	159,82	4,16	81,0	0,418	10,32	11,40	50,73	86,42
D.G.	10,75	0,77	27,14	67,11	2,72	8,00	0,07	3,23	4,96	12,51	22,01
VK (%)	4,66	9,42	9,04	12,79	23,61	2,68	4,16	9,72	13,78	6,26	5,95

$\bar{X}$:Aritmetik Ortalama; S: Standart Sapma; Min: En düşük değer; Mak: En büyük değer; D.G.; Değişim Genişliği; VK: Varyasyon Katsayısı

YA: Yumurta ağırlığı; YYO: Yemden yararlanma oranı; YV: Yumurta verimi; GYT: Günlük yem tüketimi;

KM: Kırılma mukavemeti; Şİ: Şekil indeksi; KK: Kabuk kalınlığı; KA: Kabuk ağırlığı; Aİ: Ak indeksi; Sİ: Sarı indeksi; Haugh: Haugh birimi.

Çizelge 4.2. Kalite ve performans parametreleri arasındaki korelasyon katsayıları

	YA	YYO	YV	GYT	KM	Şİ	KK	KA	Aİ	Sİ	Haugh
YA	1										
YYO	-0,229	1									
YV	-0,095	0,126	1								
GYT	0,102	0,694**	0,728**	1							
KM	0,091	0,150	-0,367	-0,103	1						
Şİ	0,246	-0,285	-0,024	-0,142	0,092	1					
KK	0,341	0,117	-0,365	-0,062	0,236	0,410*	1				
KA	0,213	-0,131	-0,207	-0,151	0,264	0,020	0,464*	1			
Aİ	0,252	0,021	0,068	0,126	-0,165	0,520**	0,425*	0,125	1		
Sİ	0,031	-0,111	-0,106	-0,128	-0,089	0,213	0,291	0,002	0,606**	1	
Haugh	0,289	0,196	0,188	0,337	-0,162	0,328	0,468*	-0,014	0,798**	0,445*	1

*:P<0.05; **:P<0.01

Grup farkı gözetmeksizin hesaplanan korelasyon katsayıları (Çizelge 4.2) incelendiğinde Haugh birimi ile ak indeksi (Aİ) (0,798), günlük yem tüketimi (GYT) ile yumurta verimi (YV) (0,728), günlük yem tüketimi (GYT) ile yemden yararlanma oranı (YYO) (0,694), sarı indeks (Sİ) ile ak indeks (Aİ) (0,606) ve şekil indeks (Şİ) ile ak indeks (Aİ) (0,520) arasında doğrusal yönde istatistiksel olarak çok önemli bir ilişki bulunmuş olup bu değişkenlerden herhangi birindeki artış diğerini de pozitif yönde etkilediği ifade edilebilir.

Kabuk kalınlığı (KK) ile haugh birimi (0,468), kabuk ağırlığı (KA) ile kabuk kalınlığı (KK) (0,464), haugh birimi ile sarı indeks (Sİ) (0,445), ak indeks (Aİ) ile kabuk kalınlığı (KK) (0,425) ve şekil indeksi (Şİ) ile kabuk kalınlığı (KK) (0,410) arasında doğrusal yönde istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmuş olup, bu değişkenlerden herhangi birindeki artış diğerinde de artışa sebep olmaktadır.

4.1. Gri İlişkisel Analiz Yöntemine Ait Sonuçlar

Veri setindeki kalite ve performans parametrelerinin birimleri farklı olduğu için gri ilişki analizi yapılmadan önce normalizasyon işlemi ile kalite ve performans parametrelerinin birimlerinin aynı ölçü birimine dönüştürülmesi gerekir. Kalite ve performans parametreleri için normalize edilmiş değerler Çizelge 3’de verilmiştir. Normalleştirmek veri setindeki varyasyonu azaltır. Normalizasyon sonucunda değerler 0 ile 1 arasında değişir. Serideki değerlerin küçük değerler olması istenen bir özellik ise “Daha Düşük Daha İyi” normalizasyon yöntemi kullanılır ve linear normalizasyonda küçük değer alan noktalar “1” e yakın değerler alırken, büyük değer alan noktalar “0” a yakın değerler alır. Serideki değerlerin büyük değerler olması istenen bir özellik ise “Daha Yüksek Daha İyi” normalizasyon yöntemi kullanılır ve büyük değer alan noktalar “1” e yakın değerler alırken, küçük değer alan noktalar “0” a yakın değerler alır. Değişkenlerin normalizasyon işleminde şekil indeksi değişkeninin normalizasyon işleminde en ideal değer en iyi metodu kullanılırken, yemden yararlanma oranı (YYO) ve günlük yem tüketimi (GYT) değişkenlerinin normalizasyon işleminde en düşük değer en iyi ve yumurta ağırlığı (YA), yumurta verimi (YV), kırılma mukavemeti (KM), kabuk kalınlığı (KK), kabuk ağırlığı (KA), ak indeks (Aİ), sarı indeks (Sİ) ve haugh birimi değişkenlerinin normalizasyon işleminde ise en yüksek değer en iyi metotları kullanılmıştır.

4.1.1. Normalizasyon değerlerinin hesaplanması

Değişkenlere ait normalizasyon değerleri;

K1 için, Yumurta ağırlığı (YA), en yüksek değer en iyi;

$$X_{(K1)} : (66,50-57,50)/(68,25-57,50) = 0,837$$

K1 için Yemden yararlanma oranı (YYO), en düşük en iyi;

$$X_{(K1)} : (2,860-2,393)/(2,86-2,08)= 0,599$$

K1 için Yumurta verimi (YV), en yüksek en iyi;

$$X_{(K1)} : (83,57-72,86)/(100,00-72,86)= 0,395$$

K1 için Günlük yem tüketimi (GYT), en düşük en iyi;

$$X_{(K1)} : (159,82-132,96)/(159,82-92,71)= 0,400$$

·
·
·

K1 için Haugh birimi, en yüksek en iyi;

$$X_{(K1)} : (85,38-64,41)/(86,42-64,41)= 0,953 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Diğer örneklerin (K2,..., (Z+P)6) normalizasyon değerleri de benzer şekilde hesaplanmış olup Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kalite ve performans kriterlerine ait verilerin normalizasyon değerleri

Grup	YA	YYO	YV	GYT	KM	Şİ	KK	KA	Al	Sİ	Haugh
K1	0,837	0,599	0,395	0,400	0,143	0,917	0,490	0,378	0,749	1,000	0,953
K2	0,471	0,540	0,632	0,335	0,254	0,417	0,343	0,449	0,271	0,000	0,547
K3	0,388	0,671	0,737	0,387	0,000	0,833	0,245	0,316	0,396	0,274	0,737
K4	0,140	0,001	0,605	0,137	0,471	0,833	0,392	0,334	0,016	0,180	0,723
K5	0,853	0,692	0,553	0,357	0,471	0,667	0,490	0,573	0,616	0,440	0,843
K6	0,140	0,661	0,868	0,394	0,221	0,417	0,098	0,077	0,723	0,588	0,936
Z1	0,419	0,821	0,868	0,404	0,467	0,500	0,294	0,387	0,653	0,379	0,899
Z2	0,667	0,677	0,605	0,375	0,467	1,000	0,294	0,232	0,377	0,447	0,835
Z3	0,667	0,438	0,079	0,561	0,467	0,167	0,833	0,446	1,000	0,732	0,997
Z4	0,140	0,065	0,868	0,000	0,574	0,833	0,441	0,628	0,785	0,731	0,962
Z5	0,512	0,719	0,263	0,655	0,581	0,917	0,392	0,229	0,078	0,457	0,432
Z6	0,000	0,982	0,153	1,000	0,688	0,750	0,000	0,375	0,000	0,462	0,000
P1	0,946	0,910	0,605	0,445	0,471	0,333	0,735	0,755	0,626	0,413	0,929
P2	0,651	0,560	0,346	0,466	0,529	0,000	0,637	0,449	0,683	0,822	1,000
P3	0,233	0,995	0,079	0,984	0,463	0,833	0,588	0,559	0,510	0,713	0,892
P4	0,456	0,492	1,000	0,079	0,665	0,583	0,392	0,127	0,432	0,718	0,892
P5	0,186	0,539	0,868	0,296	0,213	0,750	0,392	0,827	0,452	0,575	0,681
P6	0,558	0,912	0,000	0,900	0,754	0,750	0,588	1,000	0,498	0,477	0,844
(Z+P)1	1,000	0,642	0,605	0,239	0,794	1,000	0,245	0,861	0,227	0,294	0,555
(Z+P)2	0,512	0,361	0,408	0,350	1,000	0,667	0,343	0,601	0,582	0,393	0,738
(Z+P)3	0,558	0,307	0,263	0,398	0,996	0,417	1,000	0,607	0,422	0,378	0,780
(Z+P)4	0,233	0,038	0,224	0,384	0,765	0,917	0,392	0,328	0,433	0,427	0,827
(Z+P)5	0,667	0,828	0,605	0,476	0,596	0,583	0,147	0,000	0,439	0,405	0,857
(Z+P)6	0,543	0,146	0,342	0,253	0,401	0,667	0,196	0,136	0,378	0,281	0,764

4.1.2. Karşılaştırma veri seti ile referans veri seti arasındaki fark değerlerinin hesaplanması

Referans değeri 1 alınarak, karşılaştırma veri seti ile referans veri seti arasındaki fark değerleri;

K1 için Yumurta ağırlığına (YA) ait fark değeri;

$$1-0,837= 0,163$$

K1 için Yemden yararlanma oranına (YYO) ait fark değeri;

$$1-0,599= 0,401$$

K1 için Yumurta verimine (YV) ait fark değeri;

[illegible]

4.1.3. Kalite ve performans kriterlerine ait gri ilişki derecelerinin hesaplanması

Kalite ve performans kriterlerine ait gri ilişki dereceleri;

K1 için, Yumurta ağırlığına (YA) ait gri ilişki derecesi (GRG);

$$\gamma (K1,YA): (0+1*0,5)/(0,163+1*0,5) = 0,754$$

K1 için Yemden yararlanma oranına (YYO) ait gri ilişki derecesi (GRG);

$$\gamma (K1,YYO): (0+1*0,5)/(0,401+1*0,5) = 0,555$$

K1 için Yumurta verimine (YV) ait gri ilişki derecesi (GRG);

$$\gamma (K1,YA): (0+1*0,5)/(0,605+1*0,5) = 0,452$$

K1 için Günlük yem tüketimine (GYT) ait gri ilişki derecesi (GRG);

$$\gamma (K1,YA): (0+1*0,5)/(0,600+1*0,5) = 0,455$$

.

.

.K1 için Haugh birimine ait gri ilişki derecesi (GRG);

$$\gamma (K1,YA): (0+1*0,5)/(0,047+1*0,5) = 0,914 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Diğer örneklerin (K2,..., (Z+P)6) gri ilişki dereceleri benzer şekilde hesaplanmış olup Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Kalite ve performans kriterlerine ait gri ilişki katsayıları

Grup	YA	YYO	YV	GYT	KM	Şİ	KK	KA	Aİ	Sİ	Haugh
K1	0,754	0,555	0,452	0,455	0,369	0,857	0,495	0,446	0,666	1,000	0,914
K2	0,486	0,521	0,576	0,429	0,401	0,462	0,432	0,476	0,407	0,333	0,525
K3	0,449	0,603	0,655	0,449	0,333	0,750	0,398	0,422	0,453	0,408	0,655
K4	0,368	0,333	0,559	0,367	0,486	0,750	0,451	0,429	0,337	0,379	0,644
K5	0,772	0,619	0,528	0,437	0,486	0,600	0,495	0,539	0,565	0,472	0,761
K6	0,368	0,596	0,792	0,452	0,391	0,462	0,357	0,351	0,643	0,548	0,887
Z1	0,462	0,737	0,792	0,456	0,484	0,500	0,415	0,449	0,590	0,446	0,832
Z2	0,600	0,608	0,559	0,445	0,484	1,000	0,415	0,394	0,445	0,475	0,752
Z3	0,600	0,471	0,352	0,533	0,484	0,375	0,750	0,474	1,000	0,651	0,995
Z4	0,368	0,348	0,792	0,333	0,540	0,750	0,472	0,574	0,699	0,650	0,929
Z5	0,506	0,640	0,404	0,591	0,544	0,857	0,451	0,393	0,352	0,479	0,468
Z6	0,333	0,965	0,371	1,000	0,615	0,667	0,333	0,444	0,333	0,482	0,333
P1	0,902	0,847	0,559	0,474	0,486	0,429	0,654	0,672	0,572	0,460	0,876
P2	0,589	0,532	0,433	0,483	0,515	0,333	0,580	0,476	0,612	0,737	1,000
P3	0,394	1,000	0,352	0,969	0,482	0,750	0,548	0,531	0,505	0,636	0,822
P4	0,479	0,496	1,000	0,352	0,599	0,545	0,451	0,364	0,468	0,639	0,823
P5	0,381	0,520	0,792	0,415	0,389	0,667	0,451	0,743	0,477	0,540	0,610
P6	0,531	0,851	0,333	0,834	0,670	0,667	0,548	1,000	0,499	0,489	0,763
(Z+P)1	1,000	0,582	0,559	0,396	0,708	1,000	0,398	0,782	0,393	0,415	0,529
(Z+P)2	0,506	0,439	0,458	0,435	1,000	0,600	0,432	0,556	0,545	0,452	0,656
(Z+P)3	0,531	0,419	0,404	0,454	0,993	0,462	1,000	0,560	0,464	0,446	0,695
(Z+P)4	0,394	0,342	0,392	0,448	0,680	0,857	0,451	0,427	0,468	0,466	0,743
(Z+P)5	0,600	0,744	0,559	0,488	0,553	0,545	0,370	0,333	0,471	0,457	0,777
(Z+P)6	0,522	0,369	0,432	0,401	0,455	0,600	0,383	0,367	0,446	0,410	0,679
Ort GRC	0,537	0,589	0,546	0,504	0,548	0,645	0,489	0,508	0,517	0,520	0,736
Sıralama	(6)	(3)	(5)	(10)	(4)	(2)	(11)	(9)	(8)	(7)	(1)

Çizelge 4.5 incelendiğinde yumurta kalite ve performans özelliklerinin gri ilişki derecelerinin ortalamaları dikkate alındığında örnek veri seti için kalite ve performans kriterleri önem sırasına göre Haugh birimi (0,736), şekil indeksi (0,645), yemden yararlanma oranı (0,589), kırılma mukavemeti (0,548), yumurta verimi (0,546), yumurta ağırlığı (0,537), sarı indeksi (0,520), ak indeksi (0,517), kabuk ağırlığı (0,508), günlük yem tüketimi (0,504), kabuk kalınlığı (0,489) olarak sıralanır. Bu değişkenlerden Haugh birimi, şekil indeksi ve yemden yararlanma oranının gri ilişki katsayı ortalamaları gri ilişki katsayılarının genel ortalamasından (0,558) büyük bulunurken diğer değişkenlerin ortalaması genel ortalamadan küçük bulunmuştur. Dolayısıyla bu değişkenler (Haugh birimi, şekil indeksi ve yemden yararlanma oranı) yumurta kalite kriterlerinin belirlenmesinde önemli kalite karakterleri olarak alınabilir.

Çizelge 4.5’de verilen gri ilişki derecelerinin ortalaması alınarak gerçek veriler üzerinden her bir örnek için elde edilen Gri İlişki Derecelerinin standart sapmaları, alt ve üst sınırları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

K1 için GRG;

$$\gamma_1 = (0,754 + 0,555 + 0,452 + 0,455 + 0,369 + 0,857 + 0,495 + 0,446 + 0,666 + 1,000 + 0,914) / 11 = 0,633$$

γ_1 nin standart sapması;

$$S_{\gamma_1} = \sqrt{[(0,754 - 0,633)^2 + (0,555 - 0,633)^2 + \dots + (0,914 - 0,633)^2] / (11 - 1)} = 0,218$$

γ_1 in alt ve üst sınırları;

Alt Sınır:

$$0,633 - 0,218 = 0,415$$

Üst Sınır

$$0,633 + 0,218 = 0,851$$

K2 için GRG;

$$\gamma_2 = (0,486 + 0,521 + 0,576 + 0,429 + 0,401 + 0,462 + 0,432 + 0,476 + 0,407 + 0,333 + 0,525) / 11 = 0,459$$

γ_2 nin standart sapması;

$$S_{\gamma_2} = \sqrt{[(0,486 - 0,459)^2 + (0,576 - 0,459)^2 + \dots + (0,525 - 0,459)^2] / (11 - 1)} = 0,068$$

γ_2 nin alt ve üst sınırları;

Alt Sınır:

$$0,459 - 0,068 = 0,391$$

Üst Sınır:

$$0,459 + 0,068 = 0,527$$

olarak hesaplanmıştır. Diğer örneklerin (K3,..., (Z+P)6) gri ilişki dereceleri değerleri, gri ilişki derecelerin standart sapması, alt sınırları ve üst sınırları da benzer şekilde hesaplanmıştır.

Çizelge 4.6. Gerçek değerler üzerinden hesaplanan gri ilişki dereceleri

	γ_i	Sıra	S_{γ_i}	Alt Sınır - Üst Sınır
K1	0,633	3	0,218	0,415–0,851
K2	0,459	23	0,068	0,391–0,527
K3	0,507	21	0,134	0,373–0,641
K4	0,464	22	0,136	0,328–0,600
K5	0,570	10	0,111	0,459–0,681
K6	0,531	18	0,182	0,349–0,714
Z1	0,560	13	0,154	0,407–0,714
Z2	0,561	12	0,180	0,382–0,741
Z3	0,608	6	0,224	0,383–0,832
Z4	0,587	7	0,197	0,390–0,783
Z5	0,517	19	0,142	0,375–0,659
Z6	0,534	17	0,250	0,284–0,784
P1	0,630	4	0,175	0,455–0,805
P2	0,572	9	0,176	0,396–0,748
P3	0,635	2	0,221	0,414–0,857
P4	0,565	11	0,196	0,369–0,761
P5	0,544	15	0,142	0,402–0,686
P6	0,653	1	0,196	0,457–0,849
(Z+P)1	0,615	5	0,230	0,385–0,845
(Z+P)2	0,553	14	0,166	0,387–0,719
(Z+P)3	0,584	8	0,219	0,365–0,803

Çizelge 4.6. (devam)

(Z+P)4	0,515	20	0,166	0,349–0,682
(Z+P)5	0,536	16	0,137	0,399–0,673
(Z+P)6	0,460	24	0,101	0,360–0,561
Ort	0,558		0,172	0,386–0,730

Çizelge 4.6’da verilen sonuçlar doğrultusunda kalite ve performans bakımından gri ilişki derecesine göre en iyi yumurta örneği tavuk rasyonuna ilave edilen organik asit (P6) bulunurken, kalite ve performans bakımından en düşük yumurta örneği ise zeolit ve organik asitin birlikte uygulandığı (Z+P)6 olarak bulunmuştur. En iyi yumurta örneğinin gri ilişki derecesi olan (P6) 0,653 ile kalite ve performans bakımından en düşük değere sahip (Z+P)6 0,460 örneğin gri ilişki derecesi arasındaki farkın (0,653-0,460) 0,193 olması, bu değer de tüm örnekler üzerinden hesaplanan standart sapma (0,172) değerinden yüksek bulunmasından dolayı en iyi (P6) örnek ile en kötü örnek (Z+P)6 arasında kalite ve performans bakımından bir farkın olabileceğini söyleyebiliriz. Kalite ve performans bakımından tavuk rasyonuna organik asit ilave edilen altı örneğin (P1,P2,P3,P4,P5,P6) beşinin (P1,P2,P3,P4,P6), zeolit ilave edilen altı örneğin (Z1,Z2,Z3,Z4,Z5,Z6) dördünün (Z1,Z2,Z3,Z4), zeolit ve organik asit ilave edilen altı örneğin((Z+P)1,(Z+P)2,(Z+P)3,(Z+P)4,(Z+P)5,(Z+P)6),üçünün((Z+P)1,(Z+P)2,(Z+P)3) , hiçbir ilave yapılmayan (kontrol) altı örneğin (K1,K2,K3,K4,K5,K6) ise ikisinin (K1,K5) genel gri ilişki derece ortalamasından (0,558) yüksek olduğu tespit edilmiş olup, bu durum da kalite ve performans bakımından gruplar arasında iyiden kötüye doğru bir sıralamanın (Organik asit (P), Zeolit (Z), Organik asit+Zeolit (Z+P) ve Kontrol (K)) yapılabileceğini göstermektedir.

4.2. Temel Bileşenler Analiz Yöntemine Ait Sonuçlar

Gri ilişki derecelerinin (GRG) belirlenmesinde her bir kalite ve performans karakterinin ağırlık (w_k) değerlerinin belirlenmesi için Çizelge 4.5’de verilmiş olan gri ilişki katsayılarına temel bileşenler analizi uygulanmıştır. Veri setine temel bileşenler analizinin uygulanabilirliğini test etmek için sıfır hipotezi korelasyon matrisi birim matristir şeklinde kurulur. Veri setine temel bileşenler analizinin uygulanabilirliğini test

etmek için yani korelasyon katsayıları matrisinin birim matris olup olmadığının test edilmesinde Bartletin küresellik testi kullanıldı. Bartletin küresellik test değeri 122,373 ($P<0,001$) olarak bulunmuş olup korelasyon matrisinin birim matris olmadığı yani korelasyon matrisindeki bazı değişkenler arasındaki korelasyonların önemli olduğu dolayısıyla veri setimize temel bileşenler analizinin uygulanabilir olduğu ifade edilir. Yirmidört örneğe ait yumurta kalite ve performans özelliklerinin gri ilişki katsayılarına ait temel bileşenler analizi sonuçları Çizelge 4.7, 4.8 ve 4.9’da verilmiştir. Çizelge 4.7’de her bir temel bileşenin özdeğerleri ve özdeğerlerin toplam varyansı açıklama oranı verilmiştir. Temel bileşenlerden özdeğeri 1 den büyük olan bileşenler önemli olarak alınmıştır.

Çizelge 4.7. Açıklanan toplam varyans

Bileşen	Toplam	% Varyans	% Eklemeli Varyans	Toplam	% Varyans	% Eklemeli Varyans
1	2,845	25,859	25,859	2,845	25,859	25,859
2	2,271	20,648	46,508	2,271	20,648	46,508
3	1,696	15,415	61,923	1,696	15,415	61,923
4	1,249	11,356	73,279	1,249	11,356	73,279
5	0,966	8,785	82,064			
6	0,711	6,464	88,528			
7	0,463	4,209	92,737			
8	0,352	3,197	95,933			
9	0,255	2,322	98,256			
10	0,172	1,563	99,819			
11	0,020	0,181	100,000			

Çizelge 4.7 incelendiğinde veri setindeki toplam varyasyonun %73,279 ilk dört faktör tarafından açıklanmaktadır. Veri setindeki toplam varyasyonun %25,859 ilk faktör, %20,648 ikinci faktör, %15,415 üçüncü faktör, %11,356 dördüncü faktör tarafından açıklanmaktadır. Diğer yedi bileşenin toplam varyansı açıklama oranı %26,721 olarak bulunmuş olup bu bileşenler önemli olarak alınmamıştır.

Çizelge 4.8. Kalite ve performans parametrelerine ait öz değer vektörleri

Kalite ve Performans Özellikleri	Temel Bileşen			
	1	2	3	4
YA	0,241	0,307	0,270	0,443
YYO	0,340	0,432	0,338	0,073
YV	0,210	0,329	0,134	0,090
GYT	0,295	0,406	0,401	0,228
KM	0,178	0,383	0,311	0,218
Şİ	0,302	0,149	0,205	0,535
KK	0,457	0,205	0,439	0,227
KA	0,108	0,399	0,259	0,387
Aİ	0,313	0,197	0,192	0,235
Sİ	0,381	0,174	0,414	0,226
Haugh	0,330	0,081	0,164	0,313

Öz değer vektörlerinin karesi temel bileşenlere karşılık gelen kalite ve performans karakteristiğinin katkısını gösterir. Her bir öz değer vektörünün karesi alınarak elde edilen kalite ve performans karakterlerinin katkı payları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Örneğin yumurta ağırlığının katkı payı birinci bileşen için $0,241^2=0,058$, ikinci bileşen için $0,307^2=0,094$, üçüncü bileşen için $0,270^2=0,073$, dördüncü bileşen için $0,443^2=0,196$ olarak bulunmuştur. Bu çalışmada kalite ve performans parametrelerinin üzerinden elde edilen ilk dört temel bileşen toplam varyansın %73,279 açıklamaktadır.

Çizelge 4.9. Her bir kalite ve performans parametresinin temel bileşenlere ait katkı payları

Kalite ve Performans Özellikleri	1	2	3	4	W_k
	1	2	3	4	
YA	0,058	0,094	0,073	0,196	0,105
YYO	0,116	0,187	0,114	0,005	0,105
YV	0,044	0,108	0,018	0,008	0,045
GYT	0,087	0,165	0,161	0,052	0,116
KM	0,032	0,147	0,097	0,048	0,081
Şİ	0,091	0,022	0,042	0,286	0,110
KK	0,209	0,042	0,193	0,052	0,124
KA	0,012	0,159	0,067	0,150	0,097
Aİ	0,098	0,039	0,037	0,055	0,057
Sİ	0,145	0,030	0,171	0,051	0,099
Haugh	0,109	0,007	0,027	0,098	0,060
Toplam	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Çizelge 4.9 incelendiğinde birinci bileşene en fazla katkısı olan değişkenler sırasıyla kabuk kalınlığı (0,209), sarı indeksi (0,145), yemden yararlanma oranı (0,116), haugh (0,109), şekil indeksi (0,091) bulunmuştur. İkinci temel bileşene en fazla katkısı olan kalite karakterleri yemden yararlanma oranı (0,187), günlük yem tüketimi (0,165), kabuk ağırlığı (0,159), kırılma mukavemeti (0,147) ve yumurta verimi (0,108) dir. Üçüncü bileşene en fazla katkısı olan değişkenler kabuk kalınlığı (0,193), sarı indeksi (0,171), günlük yem tüketimi (0,161), yemden yararlanma oranı (0,114) ve kırılma mukavemeti (0,097). Dördüncü bileşene sırasıyla en fazla şekil indeksi (0,286), yumurta ağırlığı (0,196), kabuk ağırlığı (0,150) ve haugh (0,098) değişkenlerinin katkıda bulunduğu gözlenmiştir. Her bir değişkenin dört bileşen üzerinden hesaplanan ağırlık değerlerinin ortalaması her bir kalite ve performans değişkeninin ağırlık değerini (W_k) vermektedir. Örneğin yumurta ağırlığının ağırlık değeri,

$$w_1 = (0,058 + 0,094 + 0,073 + 0,196) / 4 = 0,105 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

En yüksek ağırlık değerleri sırasıyla kabuk kalınlığı (0,124), günlük yem tüketimi (0,116), şekil indeksi (0,110), yumurta ağırlığı (0,105), yemden yararlanma oranı (0,105), sarı indeksi (0,099), kabuk ağırlığı (0,097), kırılma mukavemeti (0,081), ak indeksi (0,057), haugh (0,060) ve yumurta verimi (0,045) olarak bulunmuştur.

Fakat gerçek uygulamada her bir faktör veya değişkenin etkisi kesinlikle aynı değildir. Bunun için Gri ilişki katsayılarının hesaplanmasında kalite ve performans karakterlerinin ağırlık değerlerinin de dikkate alınmalıdır. Bu araştırmada her bir özdeğer vektörün kalite ve performans karakterlerinin karelerinin ortalaması yani katkılarının ortalaması ilgili kalite ve performans karakteristiğinin ağırlık değeri olarak alınmıştır. Kalite ve performans değişkenlerinin temel bileşenler analizine göre elde edilen ağırlık değerleri $w_1, w_2, \dots, w_{11}$ Çizelge 4.9'un W_k sütununda verilmiştir. Her bir kalite ve performans değişkeni için elde edilen ağırlık değerleri de dikkate alınarak yeniden hesaplanan gri ilişki dereceleri (GİD), GİD'lerin standart sapmaları, alt sınırları ve üst sınırları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

K1 için GİD;

$$\gamma_1 = [(0,105 \times 0,754) + (0,105 \times 0,555) + (0,045 \times 0,452) + \dots + (0,060 \times 0,914)] / 11 = 0,632$$

γ_1 in standart sapması;

$$S_{\gamma_1} = \sqrt{[(0,079 - 0,632)^2 + (0,058 - 0,632)^2 + \dots + (0,055 - 0,632)^2] / (11 - 1)} = 0,025$$

γ_1 in alt ve üst sınırları;

Alt sınır:

$$0,632 - 0,025 = 0,607$$

Üst sınır:

$$0,632 + 0,025 = 0,657$$

K2 için GİD;

$$\gamma_2 = [(0,105 \times 0,486) + (0,105 \times 0,521) + (0,045 \times 0,576) + \dots + (0,060 \times 0,525)] / 11 = 0,453$$

γ_2 nin standart sapması;

$$S_{\gamma_2} = \sqrt{[(0,051 - 0,453)^2 + (0,055 - 0,453)^2 + (0,026 - 0,453)^2 + \dots + (0,032 - 0,453)^2] / (11 - 1)} = 0,012$$

γ_2 nin alt ve üst sınırları;

Alt sınır:

$$0,453 - 0,012 = 0,441$$

Üst sınır:

$$0,453 + 0,012 = 0,465$$

olarak hesaplanmıştır ve temel bileşenler analizine göre her bir değişken için elde edilen ağırlık değerleri (w_k) kullanılarak diğer örneklerin (K3,..., (Z+P)6) gri ilişki dereceleri, gri ilişki derecelerin standart sapması, alt sınırları ve üst sınırları da benzer şekilde hesaplanmıştır.

Çizelge 4.10. Ağırlık değerleri dikkate alınarak hesaplanan gri ilişki dereceleri

	γ_i	Sıra	S_{γ_i}	Alt Sınır - Üst Sınır
K1	0,632	3	0,025	0,607–0,657
K2	0,453	24	0,012	0,441–0,465
K3	0,498	20	0,017	0,481–0,515
K4	0,457	22	0,017	0,440–0,473
K5	0,565	8	0,017	0,549–0,582
K6	0,495	21	0,010	0,485–0,505
Z1	0,532	15	0,012	0,520–0,544
Z2	0,561	10	0,023	0,537–0,584
Z3	0,592	7	0,019	0,572–0,611
Z4	0,551	12	0,015	0,536–0,565
Z5	0,536	14	0,023	0,513–0,559
Z6	0,564	9	0,033	0,531–0,597
P1	0,628	4	0,023	0,605–0,651
P2	0,559	11	0,017	0,542–0,575
P3	0,658	2	0,031	0,628–0,689
P4	0,528	17	0,011	0,517–0,539
P5	0,529	16	0,016	0,514–0,545
P6	0,673	1	0,027	0,646–0,700
(Z+P)1	0,626	5	0,030	0,596–0,656
(Z+P)2	0,541	13	0,016	0,525–0,557
(Z+P)3	0,593	6	0,028	0,565–0,621
(Z+P)4	0,512	19	0,020	0,492–0,532
(Z+P)5	0,525	18	0,016	0,509–0,542
(Z+P)6	0,455	23	0,013	0,440–0,466
Ort	0,553		0,020	0,553–0,572

Çizelge 4.10’da verilen sonuçlar doğrultusunda temel bileşenler analizi sonucunda elde edilen ağırlık değerleri dikkate alınarak yumurta örneklerine ait kalite ve performans parametreleri üzerinden hesaplanan gri ilişki derecesine göre en iyi yumurta örneği tavuk rasyonuna ilave edilen organik asit (P6) (0,673) bulunurken, kalite ve performans

bakımından en düşük yumurta örneğinin kontrol grubuna ait olan (K2) (0,453) olduğu tespit edilmiştir. Kalite ve performans bakımından tavuk rasyonuna organik asit ilave edilen altı örneğin (P1,P2,P3,P4,P5,P6) dördünün (P1,P2,P3,P6), zeolit ilave edilen altı örneğin (Z1,Z2,Z3,Z4,Z5,Z6) üçünün (Z2,Z3,Z6), zeolit ve organik asit ilave edilen altı örneğin ((Z+P)1,(Z+P)2,(Z+P)3,(Z+P)4,(Z+P)5,(Z+P)6) ikisinin ((Z+P)1,(Z+P)3), hiçbir ilave yapılmayan (kontrol) altı örneğin (K1,K2,K3,K4,K5,K6) ise ikisinin (K1,K5) genel gri ilişki derece ortalamasından (0,553) yüksek olduğu tespit edilmiş olup, bu durum da kalite ve performans bakımından gruplar arasında iyiden kötüye doğru bir sıralamanın (Organik asit (P), Zeolit (Z), Organik asit+Zeolit (Z+P) ve Kontrol (K)) yapılabileceğini göstermektedir.

4.3. Bulanık Sistem Teorisine Dayalı Kalite Değerlendirme Sistemi Sonuçları

Bu çalışma kapsamında yöntem kısmında açıklanan işlemler konunun yumurtacı tavukların rasyonuna ilave edilen katkı maddelerinin (Zeolit, Organik Asit, Zeolit+Organik Asit) yumurta kalitesini ne derece etkilediğini göstermek ve yöntemleri karşılaştırmalı olarak irdelemek amacıyla yapılmıştır.

Yumurta kalitesini etkileyen 11 temel özelliğin kullanımı karar destek sistemi oluşumunda çok sayıda IF-THEN kuralının ortaya çıkmasına sebep olup, bu durum da çalışmanın hassasiyetini düşürebileceği düşüncesiyle uygun görülmemektedir. Bu durumda değişken sayısını azaltmak amacıyla uygulanan faktör ve temel bileşenler analizi sonucunda elde edilen ağırlık değerleri 4 kalite parametresinin (kabuk kalınlığı (0,124), günlük yem tüketimi (0,116), şekil indeksi (0,110), yumurta ağırlığı (0,105)) kullanımının daha güvenilir sonuçlar verebileceği öngörülmektedir.

Bu kalite parametreleri üç farklı (düşük, orta, yüksek) skalada sınıflandırılarak elde edilen sınırlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Kalite ve performans parametrelerine ait sınıf sınırları (FAO 2003).

Sınıflar	KK	GYT	Şİ	YA
Düşük	$x < 0,380$	$x > 125$	$x < 77$	$x < 65$
Orta	$0,370 \leq x \leq 0,390$	$114 \leq x \leq 136$	$75 \leq x \leq 79$	$63 \leq x \leq 67$
Yüksek	$x \geq 0,380$	$x \leq 125$	$x \geq 77$	$x \geq 65$

Modele giren her bir değişkin için bulanıklaştırma aşamasında üçgensel üyelik fonsiyonu, çıkarım aşamasında Mamdani çıkarım yöntemi ve durulaştırma aşamasında ise Sentroid yöntemi kullanılmıştır.

Materyal kısmında açıklanan 24 adet yumurta örneğine ait kalite ve performans parametreleri kullanılarak oluşturulan karar destek sisteminin (KDS) çalışma mantığı K1 yumurta örneğine uygulanmış olup diğer örnekler de aynı prensip doğrultusunda analiz edilmiştir.

Çizelge 4.12. Bulanık kural tablosu

KK			Yüksek			Orta			Düşük		
GYT			Yüksek	Orta	Düşük	Yüksek	Orta	Düşük	Yüksek	Orta	Düşük
Şİ	Yüksek	Yüksek	Q _{1,2}	Q _{2,2}	Q _{3,2}	Q _{1,3}	Q _{2,3}	Q _{3,3}	Q _{1,4}	Q _{2,4}	Q _{3,4}
		Orta	Q _{1,5}	Q _{2,5}	Q _{3,5}	Q _{1,6}	Q _{2,6}	Q _{3,6}	Q _{1,7}	Q _{2,7}	Q _{3,7}
		Düşük	Q _{1,8}	Q _{2,8}	Q _{3,8}	Q _{1,9}	Q _{2,9}	Q _{3,9}	Q _{1,10}	Q _{2,10}	Q _{3,10}
	Orta	Yüksek	Q _{2,11}	Q _{2,12}	Q _{2,13}	Q _{2,14}	Q _{2,15}	Q _{2,16}	Q _{2,17}	Q _{2,18}	Q _{2,19}
		Orta	Q _{2,20}	Q _{2,21}	Q _{2,22}	Q _{2,23}	Q _{2,24}	Q _{2,25}	Q _{2,26}	Q _{2,27}	Q _{2,28}
		Düşük	Q _{2,29}	Q _{2,30}	Q _{2,31}	Q _{2,32}	Q _{2,33}	Q _{2,34}	Q _{2,35}	Q _{2,36}	Q _{2,37}
	Düşük	Yüksek	Q _{3,38}	Q _{3,39}	Q _{3,40}	Q _{3,41}	Q _{3,42}	Q _{3,43}	Q _{3,44}	Q _{3,45}	Q _{3,46}
		Orta	Q _{3,47}	Q _{3,48}	Q _{3,49}	Q _{3,50}	Q _{3,51}	Q _{3,52}	Q _{3,53}	Q _{3,54}	Q _{3,55}
		Düşük	Q _{3,56}	Q _{3,57}	Q _{3,58}	Q _{3,59}	Q _{3,60}	Q _{3,61}	Q _{3,62}	Q _{3,63}	Q _{3,64}
	YA										

Bu tabloda Q kalite sınıfını göstermekte olup, Mamdani çıkarım metoduna uygun olarak oluşturulan 81 adet IF-THEN kuralı Çizelge 4.12’de gösterilmiştir.

Bu kurallardan bazılarının açık şekilde yazılışı aşağıda belirtilmiştir.

IF KK= Yüksek and GYT=Düşük and YA= Yüksek and Şİ=Orta THEN kalite= Yüksek
(Q_{2,11})

IF KK= Düşük and GYT=Düşük and YA= Orta and Şİ=Orta THEN kalite= Orta (Q_{2,28})

IF KK= Orta and GYT=Yüksek and YA= Düşük and Şİ=Yüksek THEN kalite= Düşük
(Q_{1,10})

K1 örneğine ait üyelik dereceleri aşağıda hesaplanmıştır.

Kabuk Kalınlığı için (En yükseği en iyi):

$$\mu_{Yüksek}(0,383) = (0,383 - 0,370)/(0,390 - 0,380) = 1,3$$

$$\mu_{Orta}(0,383) = (0,390 - 0,383)/(0,390 - 0,380) = 0,7$$

$$\mu_{Düşük}(0,383) = (0,383 - 0,380)/(0,390 - 0,380) = 0,3$$

Günlük Yem Tüketimi için (En düşüğü en iyi):

$$\mu_{Yüksek}(132,96) = (132,96 - 114)/(136 - 125) = 1,72$$

$$\mu_{Orta}(132,96) = (136 - 132,96)/(136 - 125) = 0,28$$

$$\mu_{Düşük}(132,96) = (132,96 - 125)/(136 - 125) = 0,72$$

Şekil İndeksi için (En ideali en iyi):

$$\mu_{Yüksek}(75,5) = (75,5 - 75)/(79 - 77) = 0,25$$

$$\mu_{Orta} (75,5) = (79 - 75,5)/(79 - 77) = 1,75$$

$$\mu_{Düşük} (75,5) = (77 - 75,5)/(79 - 77) = 0,75$$

Yumurta Ağırlığı (En yükseği en iyi):

$$\mu_{Yüksek} (66,5) = (66,5 - 61)/(65 - 63) = 2,75$$

$$\mu_{Orta} (66,5) = (67 - 66,5)/(65 - 63) = 0,75$$

$$\mu_{Düşük} (66,5) = (66,5 - 65)/(65 - 63) = 0,75$$

$$W_{2,11} = (\mu_{Yüksek} (0,383), \mu_{Düşük} (132,96), \mu_{Orta} (75,5), \mu_{Yüksek} (66,5))$$

$W_{2,11} = (1,3, 0,72, 1,75, 2,75)$ şeklinde hesaplanır.

Sentroid durulaştırma yöntemine göre üçgensel üyelik fonksiyon katsayıları yüksek için 1, orta için 0,5 ve düşük için ise 0 alınır.

Elde edilen üyelik dereceleri üyelik fonksiyonlarıyla çarpılarak

$$y_{K1}^* = \frac{(1*1,3) + (0*0,72) + (0,5*1,75) + (1*2,75)}{(1,3 + 0,72 + 1,75 + 2,75)} = 0,755$$

elde edilir.

Diğer 23 örneğin durulaştırma değerleri aynı yöntem kullanılarak hesaplanmış ve Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Sentroid durulaştırma yöntemine göre ham veriler dikkate alınarak hesaplanan kalite değerlendirme sistemi sonuçları

Grup	y*	Sıra
K1	0,755	2
K2	0,411	19
K3	0,401	21
K4	0,369	24
K5	0,472	15
K6	0,539	10
Z1	0,381	23
Z2	0,499	14
Z3	0,606	8
Z4	0,501	13
Z5	0,449	17
Z6	0,466	16
P1	0,718	3
P2	0,630	7
P3	0,761	1
P4	0,576	9
P5	0,528	11
P6	0,711	4
(Z+P)1	0,656	6
(Z+P)2	0,522	12
(Z+P)3	0,688	5
(Z+P)4	0,427	18
(Z+P)5	0,407	20
(Z+P)6	0,383	22
Ortalama	0,536	

Çizelge 4.13’de verilen Sentroid durulaştırma yöntemine göre kalite değerlendirme sistemi sonucunda, yumurta örneklerine ait kalite ve performans parametreleri üzerinden hesaplanan değerleri dikkate alındığında en iyi yumurta örneği tavuk rasyonuna ilave edilen organik asit (P3) (0,761) bulunurken, kalite ve performans bakımından en düşük yumurta örneğinin kontrol grubuna ait olan (K4) (0,369) olduğu tespit edilmiştir. Kalite ve performans bakımından tavuk rasyonuna organik asit ilave edilen altı örneğin (P1,P2,P3,P4,P5,P6) beşinin (P1,P2,P3,P4,P6), zeolit ve organik asit ilave edilen altı örneğin ((Z+P)1,(Z+P)2,(Z+P)3,(Z+P)4,(Z+P)5,(Z+P)6) ikisinin ((Z+P)1,(Z+P)3), hiçbir ilave yapılmayan (kontrol) altı örneğin (K1,K2,K3,K4,K5,K6) ise ikisinin (K1,K6) ve zeolit ilave edilen altı örneğin (Z1,Z2,Z3,Z4,Z5,Z6) birinin (Z3)

genel ortalamadan (0,536) yüksek olduğu tespit edilmiş olup, bu durum kalite ve performans bakımından gruplar arasında iyiden kötüye doğru bir sıralamanın (Organik asit (P), Organik asit+Zeolit (Z+P), Kontrol (K) ve Zeolit (Z) şeklinde yapılabileceğini göstermektedir.

4.4. Ağırlık Değerleri Dikkate Alınarak Bulanık Sistem Teorisine Dayalı Kalite Değerlendirme Sistemi Sonuçları

Temel Bileşenler analizi sonucunda elde edilen ağırlık değerlerinin kalite ve performans parametreleri (kabuk kalınlığı (0,124), günlük yem tüketimi (0,116), şekil indeksi (0,110), yumurta ağırlığı (0,105)) göz önüne alınarak bulanık sistem teorisi sonucunda oluşturulan kalite değerlendirme sistemi sonuçlarına ilişkin bulgular aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.14. Temel Bileşenler ve faktör analizi sonucunda elde edilen ağırlık değerleri üzerinden hesaplanan katsayılar

Grup	YA	GYT	Şİ	KK
K1	0,079	0,053	0,094	0,061
K2	0,051	0,050	0,051	0,054
K3	0,047	0,052	0,083	0,049
K4	0,039	0,043	0,083	0,056
K5	0,081	0,051	0,066	0,061
K6	0,039	0,052	0,051	0,044
Z1	0,049	0,053	0,055	0,051
Z2	0,063	0,052	0,110	0,051
Z3	0,063	0,062	0,041	0,093
Z4	0,039	0,039	0,083	0,059
Z5	0,053	0,069	0,094	0,056
Z6	0,035	0,116	0,073	0,041
P1	0,095	0,055	0,047	0,081
P2	0,062	0,056	0,037	0,072
P3	0,041	0,112	0,083	0,068
P4	0,050	0,041	0,060	0,056
P5	0,040	0,048	0,073	0,056
P6	0,056	0,097	0,073	0,068
(Z+P)1	0,105	0,046	0,110	0,049
(Z+P)2	0,053	0,050	0,066	0,054
(Z+P)3	0,056	0,053	0,051	0,124
(Z+P)4	0,041	0,052	0,094	0,056
(Z+P)5	0,063	0,057	0,060	0,046
(Z+P)6	0,055	0,047	0,066	0,047

Çalışmamızda daha önce de belirttiğimiz gibi kalite değerlendirme sistemi sürecinde parametre sayısının fazla olması sonucunda ortaya çıkabilecek hataların çalışmanın güvenilirliğini olumsuz yönde etkilediği düşünülmektedir. Bulanık mantık çalışmalarında girdi değişken sayısının fazla oluşu durulaştırma aşamasında çok sayıda Eğer-Sonra (İF-THEN) kuralı gerektireceğinden değişken sayısını en aza indirmek bu süreçte daha güvenilir sonuçlar verecektir.

Temel bileşenler analizi sonucunda elde ettiğimiz 4 bileşene ait ağırlık değerleri göz önüne alınarak oluşturduğumuz modelin durulaştırma ve kalite değerlendirme sistemine ait sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.15. Ağırlık değerlerine ait kalite ve performans parametreleri sınıf sınırları

Sınıflar	KK	GYT	Şİ	YA
Düşük	$x < 0,059$	$x > 0,057$	$x < 0,066$	$x < 0,062$
Orta	$0,051 \leq x \leq 0,068$	$0,069 \leq x \leq 0,050$	$0,050 \leq x \leq 0,110$	$0,047 \leq x \leq 0,081$
Yüksek	$x \geq 0,059$	$x \leq 0,057$	$x \geq 0,066$	$x \geq 0,062$

Çizelge 4.15’de verilen ağırlık değerlerine ait kalite ve performans parametreleri sınıf sınırları gerçek veriler üzerine denk gelen değerler üzerinden hesaplanmış olup kalite değerlendirme sistemine ait aşamalar aşağıda verilmiştir.

Kalite ve performans bakımından modele giren her bir değişkin için bulanıklaştırma aşamasında üçgensel üyelik fonsiyonu, çıkarım aşamasında Mamdani çıkarım yöntemi ve durulaştırma aşamasında ise Sentroid yöntemi kullanılmıştır.

Üyelik derecelerini elde etmek için oluşturulan kural tablosunda yumurtalara ait kalite ve performans parametrelerinden kabuk kalınlığının yüksek, günlük yem tüketiminin düşük, yumurta ağırlığının yüksek ve şekil indeksinin de ideal olduğu durum göz önüne alınarak yapılan durulaştırma aşaması aşağıda verilmiştir.

K1 örneğine ait üyelik dereceleri aşağıda hesaplanmıştır.

Kabuk Kalınlığı için (En yüksek en iyi):

$$\mu_{Yüksek}(0,061) = (0,061 - 0,051)/(0,068 - 0,059) = 1,11$$

$$\mu_{Orta}(0,061) = (0,068 - 0,061)/(0,068 - 0,059) = 0,78$$

$$\mu_{Düşük}(0,061) = (0,061 - 0,059)/(0,068 - 0,059) = 0,22$$

Günlük Yem Tüketimi için (En düşük en iyi):

$$\mu_{Yüksek}(0,053) = (0,069 - 0,053)/(0,057 - 0,050) = 2,29$$

$$\mu_{Orta}(0,053) = (0,057 - 0,053)/(0,057 - 0,050) = 0,57$$

$$\mu_{Düşük}(0,053) = (0,053 - 0,050)/(0,057 - 0,050) = 0,43$$

Şekil İndeksi için (En ideali en iyi):

$$\mu_{Yüksek}(0,094) = (0,094 - 0,066)/(0,110 - 0,066) = 0,64$$

$$\mu_{Orta}(0,094) = (0,094 - 0,050)/(0,110 - 0,066) = 1,0$$

$$\mu_{Düşük}(0,094) = (0,110 - 0,094)/(0,110 - 0,066) = 0,36$$

Yumurta Ağırlığı (En yüksek en iyi):

$$\mu_{Yüksek}(0,079) = (0,079 - 0,047)/(0,081 - 0,062) = 1,68$$

$$\mu_{Orta}(0,079) = (0,079 - 0,062)/(0,081 - 0,062) = 0,89$$

$$\mu_{Düşük} (0,079) = (0,081 - 0,079)/(0,081 - 0,062) = 0,11$$

$$W_{2,11} = (\mu_{Yüksek} (0,061), \mu_{Düşük} (0,053), \mu_{Orta} (0,094), \mu_{Yüksek} (0,079))$$

$W_{2,11} = (1,11, 0,43, 1,0, 1,68)$ şeklinde hesaplanır.

Sentroid durulaştırma yöntemine göre üçgensel üyelik fonksiyon katsayıları yüksek için 1, orta için 0,5 ve düşük için ise 0 alınır.

Elde edilen üyelik dereceleri üyelik fonksiyonlarıyla çarpılarak

$$y_{K1}^* = \frac{(1*1,11)+(0*0,43)+(0,5*1,0)+(1*1,68)}{(1,11+0,43+1,0+1,68)} = 0,779$$

elde edilir.

Diğer 23 örneğin durulaştırma değerleri aynı yöntem kullanılarak hesaplanmış ve Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Sentroid durulaştırma yöntemine göre ağırlık değerleri dikkate alınarak hesaplanan kalite değerlendirme sistemi sonuçları

Grup	y*	Sıra
K1	0,779	3
K2	0,561	21
K3	0,570	20
K4	0,534	24
K5	0,574	19
K6	0,583	16
Z1	0,620	11
Z2	0,622	10
Z3	0,615	12
Z4	0,741	5
Z5	0,707	8
Z6	0,600	15
P1	0,760	4

Çizelge 4.16. (devam)

P2	0,721	7
P3	0,788	1
P4	0,685	9
P5	0,606	13
P6	0,781	2
(Z+P)1	0,579	17
(Z+P)2	0,577	18
(Z+P)3	0,729	6
(Z+P)4	0,546	23
(Z+P)5	0,601	14
(Z+P)6	0,556	22
Ortalama	0,643	

Çizelge 4.16’da verilen Sentroid durulaştırma yöntemine göre kalite değerlendirme sistemi sonucunda, yumurta örneklerine ait kalite ve performans parametreleri üzerinden hesaplanan değerleri dikkate alındığında en iyi yumurta örneği tavuk rasyonuna ilave edilen organik asit (P3) (0,788) bulunurken, kalite ve performans bakımından en düşük yumurta örneğinin kontrol grubuna ait olan (K4) (0,534) olduğu tespit edilmiştir. Kalite ve performans bakımından tavuk rasyonuna organik asit ilave edilen altı örneğin (P1,P2,P3,P4,P5,P6) beşinin (P1,P2,P3,P4,P6), zeolit ilave edilen altı örneğin (Z1,Z2,Z3,Z4,Z5,Z6) ikisinin (Z4,Z5), zeolit ve organik asit ilave edilen altı örneğin ((Z+P)1,(Z+P)2,(Z+P)3,(Z+P)4,(Z+P)5,(Z+P)6) birinin ((Z+P)3) ve hiçbir ilave yapılmayan (kontrol) altı örneğin (K1,K2,K3,K4,K5,K6) ise birinin (K1) genel ortalama (0,643) yüksek olduğu tespit edilmiş olup, bu durum kalite ve performans bakımından gruplar arasında iyiden kötüye doğru bir sıralamanın (Organik asit (P), Zeolit (Z), Organik asit+Zeolit (Z+P) ve Kontrol (K) ve şeklinde yapılabileceğini göstermektedir.

5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Gri ilişki derecelerine göre karşılaştırma yapılırken gri ilişki derece değeri 1'e yakın örneğin en kaliteli olduğu ifade edilir. Gri ilişki derecesi 0 ile 1 arasında değişir. Gri ilişki derecesinin 1'e yakın olması gerçek değerler ile referans değerler arasındaki ilişkinin yüksek olduğunu yani 0'a yakın olması da düşük olduğunu göstermektedir. Referans değerler her bir değişken için en kaliteli olma değeri (1) alınmıştır. Buna göre gri ilişkisel analiz yöntemi kullanılarak kaliteli yumurtanın belirlenmesinde gri ilişki derece değerinin 1'e ne kadar yakınsa o yumurtanın o derece kaliteli olduğu, 0'a ne kadar yakınsa o derecede kalite bakımından düşük olduğunu söyleyebiliriz. Buna göre, Çizelge 6'da, gerçek veri seti dikkate alınarak hesaplanan gri ilişki derecelerine göre yumurta örnekleri karşılaştırıldığında da en kaliteli yumurtanın sırasıyla P6 (0,653), P3 (0,635), K1 (0,633), P1 (0,630), (Z+P)1 (0,615), Z3 (0,608), Z4(0,587), (Z+P)3 (0,584), P2 (0,572), K5 (0,570), P4 (0,565), Z2 (0,561), Z1 (0,560), (Z+P)2 (0,553), P5 (0,544), (Z+P)5 (0,536), Z6 (0,534), K6 (0,531), Z5 (0,517) , (Z+P)4 (0,515), K3 (0,507), K4 (0,464), K2 (0,459) ve (Z+P)6 (0,460) şeklinde tespit edilmiştir. Dolayısıyla incelenen tüm parametreler dikkate alındığında en iyi yumurtanın P6 örneğine ait, en düşük değerli yumurtanın ise (Z+P)6 örneğine ait olduğu ifade edilebilir. Aynı zaman da P6, P3, K1, P1, (Z+P)1, Z3, Z4, (Z+P)3, P2, K5, P4, Z2 ve Z1 yumurtalarının gri ilişki derecelerinin ortalamadan (0,558) büyük olması da bu yumurtaların kabul edilebilir kalitede olduğunu göstermektedir. Fakat her bir yumurta örneği arasında gri ilişki derece değerlerine göre karşılaştırma yaparken gri ilişki derece değerleri arasındaki farkında önemli derecede yüksek olması iki yumurta arasındaki farklılığı daha net bir şekilde ortaya koyar. P6 ve P3 yumurta örneklerinin gri ilişki derece değerleri arasındaki farkın $(0,653-0,635=0.018)$ çok düşük olduğu dolayısıyla P6 nın P3 den kaliteli olduğu fakat P6 ve P3 yumurta örnekleri arasındaki kalite farkının önemli derecede olmadığı söylenebilir. Buna karşın P6 ve (Z+P)6 yumurta örneklerinin gri ilişki derece değerleri arasındaki farkın $(0,653-0,460=0.193)$ yüksek olması P6 ve (Z+P)6 yumurtaları arasındaki kalite derecesinin anlamlı olduğunu ve P6 nın (Z+P)6 dan daha kaliteli olduğunu göstermektedir.

Gri ilişki derecesinin alt ve üst sınırları mevcut değişkenin beyazlaşma aralığını göstermektedir. Katsayının sıfıra yaklaşması siyahlaştığını yani gerçek değerler ile referans değerleri arasındaki ilişkinin düşük olduğunu, bire yaklaşması beyazlaştığını yani gerçek değer ile referans değerler arasındaki ilişkinin yüksek olduğunu ifade eder. Gri ilişki derecelerinin alt ve üst sınırları (limit) bire ne kadar çok yaklaşırsa o katsayıya ait değişkenin önemliliğini artırmaktadır. GRG değerlerinde kesin bir üstünlüğün ifade edilebilmesi için gri ilişki derece değerlerinin büyüklüğü yanında alt ve üst sınırlarında büyük olması gerekir (Xuerui *et al.* 2007). Gri ilişki derecelerinin alt ve üst sınırlarına göre karşılaştırma yapıldığında yumurtaların kalite sıralaması alt sınırlara göre K5 (0,459), P6 (0,457), P1 (0,455), K1 (0,415), P3 (0,414), Z1 (0,407), P5 (0,402), (Z+P)5 (0,399), P2 (0,396), K2 (0,391), Z4 (0,390), (Z+P)2 (0,387), (Z+P)1 (0,385), Z3 (0,383), Z2 (0,382), Z5 (0,375), K3 (0,373), P4 (0,369), (Z+P)3 (0,365), (Z+P)6 (0,360), (Z+P)4 (0,349), K6 (0,349), K4 (0,328) ve Z6 (0,284) olurken üst sınırlara göre P3 (0,857), K1 (0,851), P6 (0,849), (Z+P)1 (0,845), Z3 (0,832), P1 (0,805), (Z+P)3 (0,803), Z6 (0,784), Z4 (0,783), P4 (0,761), P2 (0,748), Z2 (0,741), (Z+P)2 (0,719), K6 (0,714), Z1 (0,714), P5 (0,686), (Z+P)4 (0,682), K5 (0,681), (Z+P)5 (0,673) Z5 (0,659), K3 (0,641), K4 (0,600), (Z+P)6 (0,561) ve K2 (0,527) olmuştur. Bu da göstermektedir ki yumurtaların kalite sıralamasının önemsiz olduğunu yani yumurtaların kaliteleri arasında bir farklılığın olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla yumurta örneklerinin (K1, ..., (Z+P)6) gri ilişki derece değerlerine göre kaliteleri arasında önemli bir üstünlük veya zayıflığın olduğunu ifade edemeyiz.

Çizelge 4.10'da verilen, kalite değişkenlerinin temel bileşenler analizine göre elde edilen ağırlık değerleri de dikkate alınarak hesaplanan gri ilişki derecelerine göre yumurta örnekleri karşılaştırıldığında en kaliteli yumurtaların sırasıyla P6 (0,673), P3 (0,658), K1 (0,632), P1 (0,628), (Z+P)1 (0,626), (Z+P)3 (0,593), Z3 (0,592), K5 (0,565), Z6 (0,564), Z2 (0,561), P2 (0,559), Z4 (0,551), (Z+P)2 (0,541), Z5 (0,536), Z1 (0,532), P5 (0,529), P4 (0,528) (Z+P)5 (0,525), (Z+P)4 (0,512), K3 (0,498), K6 (0,495), K4 (0,457), (Z+P)6 (0,455) ve K2 (0,453) şeklinde tespit edilmiştir. Dolayısıyla en kaliteli yumurtanın P6 örneğine ait en kalitesiz yumurtanın ise K2 örneğine ait olduğu ifade edilebilir. Bu yumurta örneklerinin P6, P3, K1, P1, (Z+P)1, (Z+P)3, Z3, K5, Z6,

Z2 ve P2'nin gri ilişki derecelerinin ortalama gri ilişki derecesinden (0,553) büyük olması bu yumurtaların genel ortalamaya göre daha kaliteli olduğunu göstermektedir. Fakat her bir yumurta örneği arasında gri ilişki derece değerlerine göre karşılaştırma yaparken gri ilişki derece değerleri arasındaki farkında önemli derecede yüksek olması iki yumurta arasındaki farklılığı daha net bir şekilde ortaya koyar. P6 ve P2 yumurta örneklerinin gri ilişki dereceleri arasındaki farkın ($0,673-0,559=0,114$) düşük olduğu dolayısıyla P6, P3, K1, P1, (Z+P)1, (Z+P)3, Z3, K5, Z6, Z2 ve P2 arasındaki kalite farkının önemli derecede olmadığı fakat P6'nın P2'den daha kaliteli olduğu ifade edilebilir. En büyük gri ilişki derece değerine sahip P6 ile en küçük gri ilişki derece değerine sahip K2 yumurta örneklerinin gri ilişki derece değerleri arasındaki farkın ($0,673-0,453=0,220$) yüksek olması P6 ve K2 yumurtaları arasındaki kalite farkının önemli derecede olduğunu göstermektedir.

Ağırlık değerleri de dikkate alınarak hesaplanan gri ilişki derecelerinin alt ve üst sınırlarına göre karşılaştırma yapıldığında kalite sıralaması üst sınırlara göre sırasıyla P6 (0,700), P3 (0,689), K1 (0,657), (Z+P)1 (0,656), P1 (0,651), (Z+P)3 (0,621), Z3 (0,611), Z6 (0,597), Z2 (0,584), K5 (0,582), P2 (0,575), Z4 (0,565), Z5 (0,559), (Z+P)2 (0,557), P5 (0,545), Z1 (0,544), (Z+P)5 (0,542), P4 (0,539), (Z+P)4 (0,532), K3 (0,515), K6 (0,505), K4 (0,473), (Z+P)6 (0,466) ve K2 (0,465) olurken, alt sınırlara göre P6 (0,646), P3 (0,628), K1 (0,607), P1 (0,605), (Z+P)1 (0,596), Z3 (0,572), (Z+P)3 (0,565), K5 (0,549), P2 (0,542), Z2 (0,537), Z4 (0,536), Z6 (0,531), (Z+P)2 (0,525), Z1 (0,520), P4 (0,517), P5 (0,514), Z5 (0,513), (Z+P)5 (0,509), (Z+P)4 (0,492), K6 (0,485), K3 (0,481), K2 (0,441), K4 (0,440) ve (Z+P)6 (0,440) olmuştur. P6, P3, K1, P1, (Z+P)1, Z3 ve (Z+P)3 yumurtalarının gri ilişki derecelerinin alt sınırlarının da ortalama gri ilişki derecesinden fazla olması bu yumurtaların mevcut yumurta örnekleri içerisinde genel ortalamaya göre daha kaliteli olduklarını göstermektedir. Yumurtadaki kalite değişkenlerinin temel bileşenler analizine göre elde edilen ağırlık değerleri de dikkate alınarak her bir örnek için hesaplanan gri ilişki dereceleri, gri ilişki derecelerinin alt ve üst sınırları sıralamaları dikkate alındığında her üç durumda da hemen hemen benzer bir sıralamanın olduğu görülmektedir. Buda göstermektedir ki yumurtaların kalite sıralamasının önemli olduğunu yani yumurtaların kaliteleri arasında bir farklılığın

olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla yumurta örneklerinin (K1, ..., (Z+P)6) gri ilişki derece değerlerine göre kaliteleri arasında önemli bir üstünlük veya zayıflığın olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 4.13’de belirtilen ve kalite değişkenlerinin bulanık sistem teorisine göre analiz edildiğinde elde edilen üyelik dereceleri ve bu üyelik derecelerine ait üyelik fonksiyonları da dikkate alınarak hesaplanan durulaştırma derecelerine göre yumurta örnekleri karşılaştırıldığında en kaliteli yumurtaların sırasıyla P3 (0,761), K1 (0,755), P1 (0,718), P6 (0,711), (Z+P)3 (0,688), (Z+P)1 (0,656), P2 (0,630), Z3 (0,606), P4 (0,576), K6 (0,539), P5 (0,528), (Z+P)2 (0,522), Z4 (0,501), Z2 (0,499), K5 (0,0472), Z6 (0,466), Z5 (0,449), (Z+P)4 (0,427), K2 (0,411), (Z+P)5 (0,407), K3 (0,401), (Z+P)6 (0,383), Z1 (0,381) ve K4 (0,369) şeklinde tespit edilmiştir. Dolayısıyla en kaliteli yumurtanın P3 örneğine ait en kalitesiz yumurtanın ise K4 örneğine ait olduğu ifade edilebilir. Bu yumurta örneklerinin P3, K1, P1, P6, (Z+P)3, (Z+P)1, P2, Z3, P4 ve K6’nın gri ilişki derecelerinin ortalama gri ilişki derecesinden (0,536) büyük olması bu yumurtaların genel ortalamaya göre daha kaliteli olduğunu göstermektedir. Fakat her bir yumurta örneği arasında kalite derecelerine göre karşılaştırma yaparken dereceler arasındaki farkında önemli derecede yüksek olması iki yumurta arasındaki farklılığı daha net bir şekilde ortaya koyar. P3 ve K6 yumurta örneklerinin kalite dereceleri bakımından iki yumurta örneğinin de genel ortalamanın üzerinde olmasına rağmen aradaki farkın $(0,761-0,539=0,222)$ yüksek olması P6’nın P2 den daha kaliteli olduğunu gösterebilir.

Çizelge 4.15’de belirtilen ve kalite ve performans parametrelerine ait ağırlık değerleri göz önüne alınarak bulanık sistem teorisine göre elde edilen üyelik dereceleri ve bu üyelik derecelerine ait üyelik fonksiyonları dikkate alınarak hesaplanan kalite değerlendirme sistemi sonuçlarına göre yumurta örnekleri karşılaştırıldığında en kaliteli yumurtaların sırasıyla P3 (0,788), P6 (0,781), K1 (0,779), P1 (0,760), Z4 (0,741), (Z+P)3 (0,729), P2 (0,721), Z5 (0,707), P4 (0,685), Z2 (0,622), Z1 (0,620), Z3 (0,615), P5 (0,606), (Z+P)5 (0,601), Z6 (0,600), K6 (0,583), (Z+P)1 (0,579), (Z+P)2 (0,577), K5 (0,574), K3 (0,570), K2 (0,561), (Z+P)6 (0,556), (Z+P)4 (0,546) ve K4 (0,534) şeklinde

tespit edilmiştir. Dolayısıyla en kaliteli yumurtanın P3 örneğine ait en kalitesiz yumurtanın ise K4 örneğine ait olduğu ifade edilebilir. Bu yumurta örneklerinin P3, K1, P1, P6, (Z+P)3, (Z+P)1, P2, Z3, P4 ve K6'nın gri ilişki derecelerinin ortalama gri ilişki derecesinden (0,536) büyük olması bu yumurtaların genel ortalamaya göre daha kaliteli olduğunu göstermektedir. Fakat her bir yumurta örneği arasında kalite derecelerine göre karşılaştırma yaparken dereceler arasındaki farkında önemli derecede yüksek olması iki yumurta arasındaki farklılığı daha net bir şekilde ortaya koyar. P3 ve K6 yumurta örneklerinin kalite dereceleri bakımından iki yumurta örneğinin de genel ortalamanın üzerinde olmasına rağmen aradaki farkın ($0,761-0,539=0.222$) yüksek olması P6'nın P2 den daha kaliteli olduğunu gösterebilir.

Her üç analiz yöntemi de dikkate alındığında genel itibariyle tavuk rasyonlarına ilave edilen katkı maddeleri arasında en kaliteli yumurtaların Organik asit (P) ilavesi yapılan gruplar olduğu (P6, P3, P1) tespit edilmiş olup, kontrol grubunda bulunan K1 ve zeolit ve organik asit katkı maddesinin birlikte uygulandığı (Z+P)1 örneği de yine kaliteli yumurtalar grubunda yerini almıştır. Kalite bakımından orta sınıfa giren yumurta örneklerinin ise Zeolit katkı maddesi uygulanan grup olduğu, bunun yanında düşük kaliteli yumurta grubunun ise yine her 3 analiz yöntemi sonucunda kontrol ve zeolit+organik asit ilave edilen grup olduğu tespit edilmiştir. Araştırmamız sonucunda düşük kaliteli grupta (kontrol ve zeolit+organik asit) yer alması gereken K1 ve (Z+P)1 örneklerinin kaliteli grupta yer alması, deneme sürecinde oluşan muhtemel hatalar doğrultusunda olabileceği düşünülmektedir. Bu hataların hassasiyetini düşürmek adına daha homojen materyal seçilmeli, ölçüm ve tartımların daha güvenilir bir şekilde yapılması ve örnek büyüklüğünün yeterli seviyede olması öngörülmektedir.

Kalite karakterlerinin temel bileşenler analizine göre elde edilen ağırlık değerleri dikkate alınarak hesaplanan gri ilişki derecelerinin (GRG) ağırlık değerleri dikkate alınmadan ham değerler üzerinden hesaplanan GRG değerlerinden daha sağlam ve tutarlı sonuç verdiğini söyleyebiliriz. GRG değerleri üzerinde her bir kalite karakterinin etkisi aynı değildir. Her bir yumurta grubuna ait örneklerin GRG değerlerinin hesaplanmasında kalite karakterlerinin ağırlık değerlerinin kullanılması yumurta

gruplarının kalite durumuna göre derecelenmesinde, sınıflandırılmasında ve daha kaliteli yumurtanın seçilmesinde gerçeğe yakın sonuçların ortaya çıkmasına sebep olabileceğini ifade edebiliriz.

Gri ilişkisel analiz yöntemi kalite karakterlerinin seçilmesinde özellikle örnek büyüklüğünün az olduğu veya üzerinde çalışılan örneklerin bireysel olarak seçilmesi veya karşılaştırılmasında uygun bir yöntemdir.



KAYNAKLAR

- Adalarasan, R., Santhanakumar, M., Shanmuga Sundaram A., 2014. Optimization of weld characteristics of friction welded AA 6061- AA 6351 joints using grey-principal component analysis (G-PCA), J. Mech. Sci. Technol. 28 (1),301–307.
- Ahamed, T.R.N., Rao, G.K., Murthy, J.S.R., 2000. GIS-Based Fuzzy Membership Model for Crop-Land Suitability Analysis. Agricultural Systems, 63 (2):75–95.
- Ayaydın H., Durmuş, S., Pala F., 2017. Gri ilişkisel analiz yöntemiyle türk lojistik firmalarında performans ölçümü. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi Cilt: 8, Sayı: 21, 76-94.
- Azzeh, M., Neagu, D., Cowling, P.I., 2010. Fuzzy grey relational analysis for software effort estimation. Empirical Software Engineering 15 (1), 60–90
- Baş, M., Çakmak, Z., 2012. Gri İlişkisel Analiz ve Lojistik Regresyon Analizi ile İşletmelerde Finansal Başarısızlığın Belirlenmesi ve Bir Uygulama. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 12(3), 63-82.
- Baykal, N., Beyan, T., 2004. Bulanık Mantık İlke ve Temelleri. Bıçaklar kitapevi, 413 s. Ankara.
- Beynon, J.M., Michael, J.P., Tang, Y.C., 2004. The Application of Fuzzy Decision Tree Analysis in an Exposition of The Ancedents of Audir Fees. Omega, 32(3):231-244.
- Bouhouche, S., Lahreche, M., Bast, J. 2007. Quality monitoring using principal component analysis and fuzzy logic; application in continuous casting process. American Journal of Applied Science, 4, 637–644.
- Cerrada, M., Aguilar, J., Colina, E., Titli, A., 2005. Dynamical Membership Functions: An Approach for Adaptive Fuzzy Modelling. Fuzzy Sets and Systems, 152(3):513–533.
- Chao-Jung, H., Chin-Yu, H., 2006. Comparison and Assessment of Improved Grey Relation Analysis for Software Development Effort Estimation IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology. Hsinchu, Taiwan. 663-667.
- Chien-Ho, W., 2007. On the Application of Grey Relational Analysis and RIDIT Analysis to Likert Scale Surveys International Mathematical Forum, 2, no. 14, pp.675 – 687
- Çakmak, Z., Baş, M., Yıldırım, E., 2012. Gri İlişkisel Analiz ve Uyum Analizi ile Bir İşletmede Karşılaşılan Üretim Hatalarının İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 17(1), 123-142.
- Çay, T., Ertunç, E., Haklı, H., Uğuz H., 2017. Arazi toplulaştırmada dağıtım için yeni yazılım geliştirmesi üzerine bir çalışma, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 3-6 Mayıs 2017, Ankara.
- Deng, J.J., 1989. Indroduction to Grey System Theory. The Journal of Grey System, Vol.1, no.1, 1-24.
- Dharun, P., Mani, B., Karthikeyan, S., Balaji, D.S., 2014. Application of grey relation model in a supplier selection process, International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 5(5). 126-131.

- Eklund, P., Kallin, L., Riissanen, T., 2000. Fuzzy Systems. Tappı PCE and I Edition. 60s, Sweden.
- Eşme, U., Bayramoğlu, M., Kazancoğlu, Y., Özgün, S., 2009. Optimization of weld bead geometry in TIG welding process using Grey Relation Analysis and Taguchi Method, *Mater. Tehnol.*, 43, 143–149
- Fao Agriculturel Services Bulletin, 2003. Egg Marketing-A Guide For The Production and Sale of Eggs, Chapter 2: Marketing Quality Eggs, Rome, Italy, pp: 29-41
- Firk, R., Stamer, E., Junge, W., Krieter, J., 2002a. Improving Oestrus Detection by Combination of Activity Measurements with Information About Previous Oestrus Cases. *Livestock Production Science*. 82, 97–103.
- Hasani, H., Tabatabaei, S.A., Amiri, G. 2012. Grey Relational Analysis to Determine the Optimum Process Parameters for Open-End Spinning Yarns. *Isfahan University of Technology, Journal of engineered fibers and fabrics*, Volume 7 (2) 81-86.
- Henderson, C.R., 1984. Application of Linear Models in Animal Breeding. Univ. of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
- Hsu, C. J and Huang, C. Y. 2006. Comparison and Assessment of Improved Grey Relation Analysis for Software Development Effort Estimation. *IEEE International Conferance on Management of Innovation and Technology*, 21-23 June, Singapore
- Jiang, A., Gao, J., Wan, Y., Zhao X., Shan S., 2016. Intermittent Prediction Method Based On Marcov Method And Grey Prediction Method. *European Scientific Journal* May 2016 edition vol.12, No.15 ISSN: 1857 – 7881.
- Karaatlı, M., 2016. Entropi-Gri ilişkisel analiz yöntemleri ile bütünleşik bir yaklaşım: Turizm sektöründe uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21 (1), 63-77.
- Karadeniz, E., Koşan, L., Günay, F., Beyazgül, M., 2017. Türk imalat sektöründe finansal performansın gri ilişkisel analiz yöntemi ile incelenmesi: Türkiye Cumhuriyet merkez bankası imalat alt sektör bilançolarında bir araştırma. *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*, 10 (2): 161-184
- Karanfil, S., 1997. Fuzzy logic problemlerinde üyelik fonksiyonunun belirlenmesinde deneysel verilere dayanarak bir yöntem geliştirilmesi. Yüksek lisans tezi. Yıldız teknik üniversitesi, 59s, İstanbul.
- Karkacier, O., Yazgan, A.E. 2017. Turizm Sektöründe Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Finansal Performans Değerlemesi, *Selcuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 154-162.
- Kavdır, İ., Guyer, D.E., 2003. Apple grading using fuzzy logic. *Turk. J. Agric.* (27), 375–382.
- Khan, Z.A., Kamaruddin, S., Siddiquee, A.N., 2010. Feasibility study of use of recycled High Density Polyethylene and multi response optimization of injection moulding parameters using combined grey relational and principal component analyses. *Materials and Design*, vol. 31, no. 6, pp. 2925–2931.
- Klun, I., Virant, J., 1999. Fuzzy Logic Alternative for Analysis in The Biomedical Sciences. *Computers and Biomedical Research*, 32 (4): 305- 321.
- Köse, E., Erol, S., Temiz, İ., 2010. Grey system approach for eoq models. *Journal of Engineering and Natural Sciences*. Sigma 28, 298-309.

- Kumlu, S., 1999. Hayvan Islahı. Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği Yayınları, Ankara.
- Kuo, Y., Yang, T., Huang, G.W., 2008. The Use of Grey Relational Analysis in Solving Multiple Attribute Decision-Making Problems. *Computers and Industrial Engineering*, 55, 80-93.
- Kurşun, B., Kurt, Ü., Güvercin S., Ökten, K., Akgül, S., Yıldız, A., 2016. An application for the failure mode and effects analysis integrated with the grey relational analysis. *Trakya University Journal of Engineering Sciences*, 17(2), 1-10.
- Lee, K.H., 2006. Fuzzy Theory Lectures Notes. <http://if.kaist.ac.kr/lecture/cs670/2001/lecture-note.html> (Erişim tarihi: 16/2/06)
- Lin, J.L., and Lin, C.L., 2002. The Use of The Orthogonal Array With Grey Relational Analysis to Optimize The Electrical Discharge Machining Process With Multiple Performance Characteristics, *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 42, p.p. 237– 244.
- Mao, P., Liu, L., Wang, J., Hu, C., 2010. A study on Grey relational Analysis of Factor Weights in Tobacco Leaves Classification. *Advanced Materials Research*, Vols. 139-141, 1728-1731.
- Marengo, E., Robotti, E., Righetti, P.G., Abtonucci, F., 2003. New approach based on fuzzy logic and principal component analysis for the classification of two-dimensional maps in health and disease Application to lymphomas. *Journal of Chromatography A*, 1004, 13–28.
- Mazzucco, M.M., Bolzan, A., Barcia, R.M., Machado, R.A.F., 2000. Application of genetic algorithms to the adjustment of the supports of fuzzy sets in a mamdani controller. *Braz. J. Chem. Eng.*, 17 (4): 625-638.
- Mehat, N. M., Kamaruddin, S., Othman, A.R., 2014. Hybrid Integration of Taguchi Parametric Design, Grey Relational Analysis, and Principal Component Analysis Optimization for Plastic Gear Production. *Chinese Journal of Engineering*, Volume 2014, Article ID 351206.
- Memmedova, N., Keskin, İ., 2009. Hayvancılıkta bulanık mantık uygulamaları. *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 23(47), 89-95
- Memmedova, N., Keskin İ., 2011. İneklerde bulanık mantık modeli ile hareketlilik ölçüsünden yararlanılarak kızgınlığın tespiti. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.* 17(6): 1003-1008.
- Morag, I., Edan, Y., Maltz, E. 2001. An individual feed allocation decision support system for the dairy farm. *J. Agric. Eng. Res.* 79(2): 167-176.
- Nascimento, L.F.C., Ortega, N.R.S., 2002. Fuzzy Linguistic Model for Evaluating The Risk of Neonatal Death. *Rev Saude Publica*, 36(6):686– 692.
- Patterson, H.D., Thompson, R., 1971. Recovery of interblock information when block sizes are unequal. *Biometrika*, 58, 545-554.
- Peker, İ., Baki, B., 2011. Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Türk Sigortacılık Sektöründe Performans Ölçümü, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 7 (4): 1-18.
- Pereira, J.C.R., Tonelli, P.A., Barros, L.C., Ortega, N.R.S., 2004. Clinical Signs of Pneumonia in Children: Association With and Prediction of Diagnosis By Fuzzy Sets Theory. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 37(5):701-709.

- Popoola, D., 2004. Fuzzy Expert Systems. Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving Lectures Notes, London. <http://www.computing.surrey.ac.uk/courses/cs364/>
- Salehi, F., Lacroix, R., Wade, K.M., 2000. Development of neuro-fuzzifiers for qualitative analyses of milk yield. *Comput. Electron. Agric.* 28: 171-186.
- Saraç, B. ve Alptekin, N., 2017. Türkiye’de illerin sürdürülebilir kalkınma göstergelerine göre değerlendirilmesi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, Cilt 13, Sayı 1, 19-49.
- Shahin, M.A., Verma, B.P., Tollner, E.W., 2000. Fuzzy Logic Model for Predicting Peanut Maturity. *Transactions of the ASAE*, 43(2): 483–490.
- Sıcat, R.S., Carranza, E.J.M., Nidumolu, U.B., 2005. Fuzzy Modeling of Farmers’ Knowledge for Land Suitability Classification. *Agricultural systems*, 83 (1): 49–75.
- Singh H, Kamboj A, Kumar S. 2014. Multi response optimization in drilling Al6063/SiC/15% metal matrix composite. *International Journal of Chemical, Nuclear, Materials and Metallurgical Engineering*. 8(4):290–95.
- Sofu, A.B., Kitiş, F.Y.E., 2005. Yersinia Enterocolitica’nın Türk Feta Peynirinde Yaşam Süresinin Bulanık Mantık İle Modellenmesi. 1st International Food and Nutrition Congress. 15–18 June. İstanbul.
- Sriraman, A., Mayorga, R.V., 2004. A Fuzzy Inference System Approach for Greenhouse Climate Control. *Environmental Informatics Archives*, 2(6): 699–710.
- Subaşı, S., Beycioğlu, A., Emiroğlu, M., 2017. Genleştirilmiş Kil Agregalı Hafif Betonlarda Bulanık Mantık Yöntemiyle Yarmada Çekme Dayanımı Tahmin Modeli Geliştirilmesi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22(3), 157-166.
- Şen, Z., 2001, Bulanık mantık ve modelleme ilkeleri, Bilge Yayıncılık, İstanbul
- Tektaş, N., 2014. Performance evaluation of instructors through grey relational analysis method. *International Journal of Social Science*. Number: 23, 465-475.
- Topal, M., Özdemir, M., Yağanoğlu A.M., Esenbuğa, N., 2016. Comparison of the sensory characteristics in awassi and red karaman sheep with the grey relational analysis method. *Journal of Animal and Plant Sciences* Volume: 26 (1): 63-68
- Topçu, İ.B., Sarıdemir, M., Nohutçu H., 2017. Lastikli Beton Özelliklerinin Yapay Sinir Ağları Ve Bulanık Mantıkla Belirlenmesi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 20(1), 1-16.
- Tosun, N., 2006. Determination of Optimum Parameters for Multi-Performance Characteristics in Drilling by Using Grey Relational Analysis, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* , V: 28, 450–455.
- Tron, Z., Margaliot, M., 2004. Mathematical Modeling of Observed Natural Behavior: A fuzzy Logic Approach. *Fuzzy Sets and Systems*, 146(3):437– 450.
- Üstünışık, N.Z., 2007. Türkiye’deki iller ve Bölgeler Bazında Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması: Gri ilişkisel Analiz Yöntemi ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Wade, K. M., Lacroix, R., Strasser, M. 1998. Fuzzy logic membership values as a ranking tool for breeding purposes in dairy cattle. *Proceedings of the 6 th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, V:27, 433-436, Armidale, Australia

- Wang, J.Q. and Wang, X.L., 2013. A wear particle identification method by combining principal component analysis and grey relational analysis", *Wear*, 304, pp. 96-102
- Wu, C. H. 2007. On the Application of Grey Relational Analysis and RIDIT Analysis to Likert Scale Surveys. *International Mathematical Forum*, 2(14), 675-687.
- Xiaojun, C., Xianxi, H. and Xuerui, T. 2010. Polar Greay Relational Analysis on Sexual Satisfaction and Hemoglobin in Essantial Hypertensive Patients. *The journal of Grey System*, 1, 89-96.
- Xuerui, T., Julong, D. and Xiaojun, C. 2007. Generalized Grey Relational Grade and Grey Relational Order Test. *Proceeding of 2007 IEEE International Grey Systems and Inteligent Services*, Nanjing, China, pp. 3928-3931, March 2007.
- Yılmaz, E., Güngör, F., 2010. Gri İlişkisel Analiz Yöntemine Göre Farklı Sertliklerde Optimum Takım Tutucusunun Belirlenmesi, 2. Ulusal Tasarım İmalat ve Analiz Kongresi 11-12 Kasım 2010, Balıkesir.
- Yılmaz, N. ve Şenol M.B, 2017. İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme süreci için bulanık çok kriterli bir model ve uygulaması, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University* 32:1, 77-87.
- Yi, W., Yancheng, L., Yulong, J., 2010. Study on residual life prediction of shipboard cable based on grey linear regression model, *Logistics Engineering and Intelligent Transportation Systems (LEITS)*, 1-4.
- Zadeh, L.A., 1965. Fuzzy sets. *Information and Control* 8, 338–353
- Zhu, C.J., Hao, Z.C., 2009. Application of grey relation analysis in evaluation of water quality. *Environmental Science and Information Application Technology*, (1): 255–257.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Pasinler’de doğdu. İlk, orta ve lise tahsilini Erzurum’da tamamladı. 2004 yılında Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama bölümünden mezun oldu. 2007 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü Zootehni Anabilim Dalı, Biyometri ve Genetik Bilim Dalı’nda yüksek lisansa başladı ve 2010 yılında mezun oldu ve aynı yıl doktora eğitimine başladı. 2009 yılında aynı anabilim dalında araştırma görevlisi olarak atandı ve halen bu görevini devam ettirmektedir.

