T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YUMURTA MUHAFAZASINDA OPTİMUM SICAKLIK VE GAM MADDESİ KULLANIMININ BELİRLENMESİNDE YANIT YÜZEY YÖNTEMİNİN KULLANIMI

Can YAVUZ

YÜKSEK LİSANS

Zootekni Anabilim Dalı

Temmuz-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YUMURTA MUHAFAZASINDA OPTİMUM SICAKLIK VE GAM MADDESİ KULLANIMININ BELİRLENMESİNDE YANIT YÜZEY YÖNTEMİNİN KULLANIMI

Can YAVUZ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İsmail KESKİN

2020, 56 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. İsmail KESKİN
Prof. Dr. Saim BOZTEPE
Dr. Öğretim Üyesi Ahmet PEKGÖR

Yanıt yüzey yöntemi (YYY), faktör seviyeleri ile elde edilen yanıtlar arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi için bir ampirik modelin oluşturulması esasına dayanan bir optimizasyon şeklidir. YYY, çoklu regresyon ve uzay geometrisinin birlikte uygulanmasıyla oluşan çok değişkenli bir analizdir. Bu optimizasyon yöntemi faktöriyel bir deneme yapılmadan önce faktör seviyeleri optimum noktalarını belirlediği için, faktöriyel denemelerin ön bir aşaması olarak da kullanılabilir. Bu sayede faktör seviyeleri arasında daha yakın uzaklıklar olacağı için daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesi sağlamaktadır. Yani optimizasyon faktör seviyelerinin anlamlılığını ve hassasiyeti artırmak için kullanılmaktadır.

Bu çalışmada 130 adet sofralık tavuk yumurtaları depolama sıcaklıkları ve kaplayıcı gam arabik maddesi yüzdelerine göre 9 gruba ayrılmıştır. Yumurtaların 28 günlük depolama süreci boyunca oluşan ağırlık kayıpları hesaplanmıştır. Yumurtalar ilk gün 7. gün 14. gün 21. gün ve son olarak 28. gün tartılmıştır. Çalışma bittikten sonra ilk gün ve 28. gündeki ağırlıklarının farkları hesaplanmıştır. Minitab istatistik programıyla Yanıt Yüzey Yöntem uygulanmış analiz sonucuyla çalışmanın sonuçları karşılaştırılmıştır. YYY uygulanırken Central Composite Design deneme deseni kullanılmıştır.

Analizin sonucunda YYY ile yumurta muhafazası için optimum depolama sıcaklığı ve gam arabik maddesi kompozisyonu belirlenmiştir. İstatistik analizin sonuçlarına göre 4. haftanın sonunda minimum yumurta ağırlık kaybı (1.58 g) için optimum depolama sıcaklığı ve gam maddesi kompozisyonunun 8.24 ºC ve % 15 olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonuçları ve analizden elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında YYY'nin yumurta muhafaza koşullarının optimizasyonunda minimum yumurta ağırlık kaybı için ara dozlar tahminler elde ettiği ve hayvancılık alanında kullanımının faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Central Composite Design, En iyileme, Minitab, Yanıt Yüzey Yöntemi, Face centered composite design

ABSTRACT

MS THESIS

USING THE RESPONSE SURFACE METHOD TO DETERMINE OPTIMUM TEMPERATURE AND GAM USAGE IN EGG STORAGE

Can YAVUZ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF ANIMAL SCIENCE
IN AGRICULTURAL FACULTY

Advisor: Prof. Dr. İsmail KESKİN

2020, 56 Pages

Jury
Prof. Dr. İsmail KESKİN
Prof. Dr. Saim BOZTEPE
Assist. Prof. Dr. Ahmet PEKGÖR

Response surface method (RSM) is a form of optimization based on the creation of an empirical model for evaluating the relationship between factor levels and the responses obtained therefrom. RSM is a multivariate analysis created by applying multiple regression and space geometry together. This optimization method can also be used as a preliminary stage of factorial experiments, since factor levels determine the optimum points before a factorial experiment. In this way, since the difference between the factor levels will be less, it provides more healthy results. In other words, optimization is used to increase the significance and sensitivity of factor levels.

In this study, 130 table chicken eggs were divided into 9 groups according to their storage temperatures and percentages of coating gam arabic matter. Weight losses during the 28-day storage period of eggs were calculated. The eggs were weighed on the 7th day, the 14th day, the 21st day, and the 28th day. After the study was completed, the differences of the weights on the first day and 28th day were calculated. With the Minitab statistics program, the RSM was applied and the results of the study were compared. While applying RSM, Central Composite Design trial pattern was used.

As a result of the analysis, optimum storage temperature and gam arabic composition were determined for egg storage with RSM. According to the results of the statistical analysis, at the end of the 4^{th} week, it was determined that the optimum storage temperature and gum substance composition for the minimum egg weight loss (1.58 g) were 8.24 ^{o}C and 15%. When the results of the study and the results obtained from the analysis are compared, it is thought that RSM has obtained an intermediate dose estimation for the minimum egg weight loss in optimization of egg preservation conditions and this may be beneficial in the field of animal breeding.

Keywords: Central Composite Design, Face centered composite design, Minitab, Optimization, Response surface method,

ÖNSÖZ

“Yumurta Muhafazasında Optimum Sıcaklık ve Gam Maddesi Kullanımının Belirlenmesinde Yanıt Yüzey Yönteminin Kullanımı” konulu Yüksek Lisans Tezim için kaynak seçiminde ve sunum düzenlemelerinde desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. İsmail KESKİN ve her zaman her konuda olduğu gibi Tezimin gerek hazırlanması gerekse sunum düzenlemeleri için desteğini esirgemeyen sayın hocam Dr. Yasin ALTAY’a ve ağabeyim Dr. Öğr. Üyesi Orhan YAVUZ’a teşekkürlerimi sunarım. Bu tez çalışmasına verdikleri katkıdan dolayı Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne (BAP) teşekkür ederim.

Can YAVUZ
KONYA-2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **viii**

Simgeler ..... **viii**

Kısaltmalar ..... **viii**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **4**

2.1. Hayvancılık Alanında Yapılan Çalışmalar 4
2.2. Diğer Alanlarda Yapılan Çalışmalar 7

3. MATERYAL VE YÖNTEM **11**

3.1. Materyal 11
3.2. Yöntem 11
3.3. Yanıt Yüzey Yöntemi 12
3.4. Central Composite Design 15
3.5. Minitab Uygulaması 18

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **21**

4.1. Birinci Hafta Sonunda Oluşan Kayıpların Analiz Sonuçları 21
4.2. İkinci Hafta Sonunda Oluşan Kayıpların Analiz Sonuçları 25
4.3. Üçüncü Hafta Sonunda Oluşan Kayıpların Analiz Sonuçları 30
4.4. Dördüncü Hafta Sonunda Oluşan Kayıpların Analiz Sonuçları 34
4.5. Yanıt Yüzey Yönteminin Uyarlanabilirliği 40

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **44**

5.1 Sonuçlar 44
5.2 Öneriler 46

KAYNAKLAR **48**

EKLER **51**

ÖZGEÇMİŞ **56**

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

ε : Hata terimi (Ortalaması=0 ve Varyansı=σ^2'dir)
β_0 : X=0 olduğunda bağımlı değişkenin alacağı değer (kesim noktası)
β_1 : Regresyon Katsayısı
X : Bağımsız (Açıklayıcı) Değişken
Y : Yanıt
nc : Merkez noktalar

Kısaltmalar

CCD : Central Composite Design
DOE : Design of Experiment
FAO : Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
FCCD : Face Centered Composite Design
KOİ : Kimyasal oksijen ihtiyacı
YYY : Yanıt Yüzey Yöntemi

1. GİRİŞ

İnsan vücudunun ihtiyaç duyduğu enerji, protein, vitamin ve minerallerin karşılanmasında hayvansal kaynaklı gıdalar, bitkisel kaynaklı gıdalara göre daha önemlidir. Yumurta, dünya genelinde çok talep gören ve sevilerek tüketilen bir hayvansal protein kaynağıdır. Tavuk yumurtası ve eti, yüksek protein içeriği ve esansiyel amino asitleri yeterli miktarda içermesi bakımından kaliteli bir besin kaynağı olmasının yanında toplumun hemen hemen tüm kesimlerine kolayca ulaşması ve dengeli beslenme alışkanlığının bilincinin gelişmesiyle birlikte, kırmızı ete oranla daha fazla tüketilen bir hayvansal gıda haline gelmiştir. Ancak ülkemizde yumurta muhafaza şartları fazla gelişmediği için yumurtalar çoğunlukla taze olarak tüketilmektedir. Özellikle taze tüketilen bu sofralık yumurtaların tüketiciye ulaştığı anda tazeliğinin mümkün olan en yüksek düzeyde olması istenir. Taze olarak tüketilecek yumurtada, farklı sıcaklık koşullarına bağlı, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyoloji değişikliğin tespiti hem ekonomik kaybın önlenmesi hem de halk sağlığının korunması ve tüketici memnuniyeti açısından oldukça önemlidir.

Özellikle kanatlı sektöründeki son yıllarda görülen bilimsel ve teknolojik gelişmeler sayesinde yumurtanın daha ekonomik yollardan ve daha yüksek verimle üretilmesi mümkün hale gelmişse de ülkemizdeki yumurta tüketimi gelişmiş ülkelerin hala altındadır. FAO verilerine göre Türkiye'de kişi başına düşen yıllık ortalama yumurta tüketim miktarı 2011, 2012 ve 2013 yıllarında sırasıyla 6.68 kg, 7.62 kg ve 8.20 kg iken bu istatistikler Amerika Birleşik Devletleri için sırasıyla 13.96 kg, 14.24 kg ve 14.58 kg'dır (FAOSTAT, 2013).

Bu noktada üretilen yumurtanın kalitesi ve depolanışı yumurtaların satışında en önemli faktörlerden birisi haline gelmiştir. Üretilen yumurta kaliteli olsa bile, çiftlikten depolamaya ve tüketicinin sofrasına gelinceye kadarki izlediği süreç kalitenin korunmasında daha da önemli hale gelmiştir. Üretilen yumurtaların kalitelerinin korunması için depolama sürecinde görülebilecek her türlü verim kayıplarının önlenmesi, üreticinin zararını azaltarak kârını artıracaktır.

Optimizasyon (en iyileştirme); bir sistemde bulunan kaynakların (işgücü, zaman, süreç, hammadde, ekipman gibi) mümkün olan en verimli şekilde kullanılarak (maliyetin azaltılması, kârlılığın artırılması, kapasite kullanımının yükseltilmesi gibi)

belirli hedeflere ulaşmayı sağlayan bir terimdir (Banga ve ark., 2003). Yani en iyileştirme, süreçlerde işlem verimi ve ürün kalitesinin yüksek olması için kullanılan bir araçtır. Bir problemde belirli koşullar altında mümkün olan alternatifler içinden en iyisini seçmektir. En iyilemede amaç minimum maliyet ve maksimum kar sağlayacak sınırlı üretim kaynaklarını etkin bir şekilde kullanarak verimi artırmaktır. Yanıt yüzey yöntemi (YYY) optimizasyonu yani en iyiyi bulmaya yarayan istatistik bir tekniktir (Saguy ve ark., 1984).

Faktöriyel denemelerde 2 veya daha fazla faktörün farklı seviyeleri aynı anda incelenmekte ve bir faktörün hali, diğer faktör veya faktörlerin değişik seviyelerinde de ele alınabilmektedir. Bu muamele kombinasyonlarından hiç birisi en iyi olmayabilir. Yani en iyi değerler denenen muamele kombinasyonlarının arasında veya dışarısında olabilir. Bu yüzden faktöriyel denemelerde çok fazla sayıda faktör kombinasyonuna ihtiyaç vardır ve böyle denemeler yapmak uzun zaman alacağı gibi kimi sektörde de girdi maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı çok pahalıdır. Bu yüzden bütün muamele kombinasyonlarını içeren denemelerin yürütülmesine gerek duymadan en uygun faktör kombinasyonlarının bulunmasını sağlayan istatistiki yöntemler geliştirilmiştir (Koç ve Kaymak-Ertekin, 2010).

En iyileme yöntemi muameleyi etkileyen bağımsız değişkenler, yanıtlar olarak da bağımlı değişkenleri atayarak doğrusal (linear) veya doğrusal olmayan (nonlinear) regresyon modelleri yardımıyla bağımsız değişkenleri en iyi yaparak bağımlı değişkeni minimum, maksimum ve bir hedefe ulaştırmaya çalışır. Aslında bağımsız değişkenler yanıt değişkenin bir fonksiyonu şeklindedir. YYY'nin temelini çok değişkenli istatistik yöntemleri, çoklu regresyon ve analitik uzay geometrisi oluşturmaktadır. Oluşturulan bu en iyi bölge yanıtların izohips eğrilerini çizdikten sonra üst üste yerleştirilerek (superimposing-desirability) istenilen hedefe ulaştırma fonksiyonu veya nonlinear regresyon metodundan faydalanılarak bulunur (Koç ve Kaymak-Ertekin, 2010).

YYY, çeşitli açıklayıcı değişkenler ve bir veya daha fazla yanıt değişkenleri arasındaki ilişkileri araştırmaktadır. Yöntem 1951'de Box ve Wilson tarafından tanıtılmıştır (Box ve Wilson, 1992). YYY'nin ana fikri, en iyi (optimal) bir yanıt elde etmek için tasarlanmış deneylerin bir dizisini kullanmaktır. Box ve Wilson bunu yapmak için ikinci dereceden bir polinom modelini önermektedir. Bu modelin sadece bir yaklaşım olduğunu kabul ederler, fakat bunu kullanırlar, çünkü böyle bir model, süreç hakkında çok az şey bilinse bile, tahmin edilmesi ve uygulanması kolaydır. YYY

sonuca çok az etkisi olan ya da hiç etkisi olmayan önemsiz faktörler belirlendikten sonra uygulanır (Anonymous, 2018). YYY'nde ilk aşamada yanıt değişkeni üzerinde etkisi olduğu düşünülen faktörleri belirlemek gerekir. Daha sonra bu faktörlerin seviyeleri belirlenmelidir.

Bu tezin amacı YYY kullanarak sofralık tavuk yumurtalarının 28 günlük depolama döneminde oluşan ağırlık kaybına etkisi olan muhafaza sıcaklığı ve kaplayıcı gam arabik maddesi faktörlerinin ve bunların interaksiyonunun en iyilemesini yaparak mümkün olan en az ağırlık kaybını verecek muhafaza sıcaklığı ve gam arabik yüzdelerinin tahminini yapmaktır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

YYY, kolay en iyileme yapmaya imkân sağlaması, az sayıda deney materyali ile maksimum bilgiye ulaşılması gibi avantajlardan dolayı son yıllarda başta gıda mühendisliği, kimya mühendisliği, endüstri mühendisliği vb. mühendislik ve uygulamalı bilim dallarında sıkça kullanılmaya başlanmıştır.

2.1. Hayvancılık Alanında Yapılan Çalışmalar

Roush ve ark. (1979), kümes hayvanlarında yaptıkları çalışmada, vücut ağırlığı için en uygun yanıtın ilk denemede ele alınan keşif bölgesinin dışında olduğunu tespit etmişlerdir. En iyi vücut ağırlığı sağlayacağını öngördükleri protein ve enerji seviyelerine dayanarak ikinci bir deneme daha gerçekleştirmişlerdir. Hem vücut ağırlığı hem de yem dönüşümü için en iyi noktaları göstermişlerdir. Yanıtların üç boyutlu figürlerle incelenmesini ve konturların bilgisayarla çizimini göstermişlerdir. Sonuç olarak YYY'nin, kümes hayvanlarındaki beslenme gereksinimleri ve bunların ilişkilerinin (örneğin, protein ve enerji; amino asit; vitamin ve / veya mineral ilişkileri) incelenmesi için etkili bir yöntem gibi göründüğü sonucuna varmışlardır. YYY ile yaptıkları çalışmada yöntemin, yanıtın çeşitli faktör seviyelerine göre değiştiği durumlarda uygulanabilir olduğunu ve kanatlı hayvanlarda biyolojik tepkileri etkileyen beslenme gereksinimin ve bunların ilişkilerinin incelenmesinde etkili bir yaklaşım sunduğunu düşünmektedirler.

Toyomizu ve ark. (1991), yaptıkları çalışmada, farelerin brüt enerji alımının ve canlı ağırlığının sütten kesimden olgunluğa erişinceye kadarki süreçteki diyet yağı seviyelerini incelemişlerdir. Altı grup ddY erkek faresine, 72 gün boyunca % 0 ila % 70 yağ konsantrasyonu aralığını kapsayan saflaştırılmış diyetler vermişlerdir. Diyetin yağ içeriğinin bir fonksiyonu olarak bulunan bu parametreler daha sonra gıda alımının yanıt yüzeylerini oluşturmak için ve diyet yağı ve yaşın canlı ağırlık kazanımı üzerinde kullanmışlardır. Günlük enerji alımının, sütten kesimden 7 ila 14 günlük yaşa kadar hızla yükseldiğini ve diyet yağ içeriğinden bağımsız olarak deney boyunca sabit seyrettiğini tespit etmişlerdir. Sütten kesim sonrası zamanın bir fonksiyonu olarak canlı ağırlık her diyet yağ seviyelerinde bir platoya yükseldi ancak büyümenin seviyelerinin diyet yağ seviyesinden de etkilendiğini gözlemlemişlerdir. Yaklaşık 30 günlük besiden sonra, diyetteki yağ içeriğinin arttıkça canlı ağırlık artışının da arttığını

gözlemlemişlerdir. Özellikle erken dönemdeki besilerde diyetteki enerjinin sindirilebilirliğinin diyetteki yağ oranının artmasıyla düştüğünü gözlemlemişlerdir. Yaşa karşı biyolojik tepkilerin ve diyetin besin içeriğinin analizi ile, besin gereksiniminin yaşla birlikte değişip değişmeyeceğini belirlemek birçok beslenme alanında faydalı olabileceğini söylemişlerdir. Çünkü yaşa bağlı besin gereksiniminin belirlenmesi için sistematik bir yöntem henüz kurulmamıştır.

Sanders ve ark. (1992), 10 günlük hindilerde yaptıkları çalışmada Ca ve P seviyelerinin kemik külündeki Ca ve P birikimlerini incelemişler ve buna bağlı Ca ve P gereksinimlerini YYY ile belirlemeye çalışmışlardır. Bu amaçla 2 farklı deney grubu oluşturan araştırmacılar, rasyonda ilk grupta 5x5 faktöriyel (6.2, 7.0, 9.0, 11.0, ve 11.8 g/kg Ca ile 5.2, 6.0, 8.0, 10.0, ve 10.8 g/kg P), ikinci grupta ise 4x4 faktöriyel (8.0, 10.0, 12.0, ve 14.0 g/kg Ca ile 7.0, 9.0, 11.0, ve 13.0 g/kg P) kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlar Ulusal Araştırma Konseyinin verileri ile karşılaştırılmıştır. Sonuçta hindilerde optimum büyüme performansı için rasyonda 12.5 g/kg Ca ve 10 g/kg P gereksinimi olduğu kanısına varmışlardır.

Franci ve ark. (1997), yaptıkları çalışmada, yirmi yedi erkek kuzu, % 40'lık konsantre ve buğday samanı (S), yonca otu (H), mısır glüteni (G) yeminden biriyle birlikte dokuz tam rasyonla beslemişlerdir. Büyüme performansı ve kuzuların karşılaştırmalı kesim tekniği, buğday samanı, yonca otu ve mısır glüteni arasındaki ilişkiyi araştırmak için kullanmışlardır. Yanıt yüzey yöntemi (YYY) modelini, tüm büyüme ve kesim verilerini istatistik olarak analiz etmek için kullanmışlardır. Rasyonda yonca otunun yerine buğday samanının varlığının kuru madde alımı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir ($P<0.05$), ancak besinlerin sindirilebilirliği üzerinde etkili olmadığı sonucuna varmışlardır. Bunun sonucunda büyüme oranı, yem dönüşümü ve protein kullanımının kötüleştiğini tespit etmişlerdir ($P<0.05$). Mısır glüteninin varlığının ise kuru madde tüketimi hariç bütün kuzu performanslarını iyileştirdiğini bulmuşlardır. Özellikle dikkat çekici olarak, buğday samanı ve mısır glüteni arasındaki ilişkinin varlığı olduğunu tespit etmişlerdir. Buğday samanı, rasyonda tüm diyetin yaklaşık % 12'sine kadar mısır glüteni ile birlikte bulunduğunda, bütün hayvanların performans parametreleri, buğday samanının olmadığı zamanki kadar iyi olduğunu bulmuşlardır. Yonca otunun buğday samanı ile birleşmesi, mısır glüteninin varlığı olmadan genel olarak olumsuz bir etki gösterirken hem enerjinin hem de ham proteinin sindirilebilirliğini iyileştirdiğini tespit etmişlerdir ($P<0.05$). Sonuç olarak, bu

çalışmada YYY'nin, tam diyetlerin bileşenleri arasındaki ilişkileri incelemek için çok kullanışlı ve kesin bir araç olduğunu tespit etmişlerdir.

Faria Filho ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada, 1995-2005 yılları arasında broiler piliçlerde yapılan ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma performansı gibi verileri içeren 8 çalışmadan topladıkları çalışma sonuçlarına YYY'ni uygulamışlar ve yemden yararlanma performansı ve canlı ağırlık artışı gibi verileri öngörmede başarılı bulmuşlardır. Ağrılık artışı ve yem tüketimini en iyi yapan yaşları sırasıyla 45.5 ve 36.6 gün bulunurken, rasyondaki protein oranı ise % 20.5 ve % 21.3 olarak kaydedilmiştir. Kümes sıcaklığı dikkate alındığında ise sırasıyla 22.1 ve 25.4 ºC'de daha iyi ağırlık artışı ve yemden yararlanma performansı elde edilmiştir. Bu sonuçlar, en iyi yetiştirme sıcaklığının, en iyileme yapılacak özelliğe bağlı olduğunu göstermektedir. Bununla beraber canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma performansı için çevresel sıcaklık ve ham protein seviyeleri arasında anlamlı bir etkileşim bulunamadığı ifade edilmiştir. Ancak yaş ve çevre sıcaklığı canlı ağırlık artışı için anlamlı bir etkileşim göstermiştir. Bu bulgulara ek olarak canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma performansı için yaş ve ham protein düzeyleri arasında önemli bir etkileşim olduğu kaydedilmiştir. Böylece, YYY'nin maksimum kar elde etmek amacıyla broiler rasyon protein seviyelerini, kümes sıcaklığını ve kesim yaşını belirlemede etkili olduğu ifade edilmiştir.

Ahmadi ve Golian (2011), 11 – 17 günlük 420 adet broiler piliçte 5 seviyeli ve 4 faktörlü (sindirilebilir protein, lizin, total sülfür amino asit ve treonin) verileri kullanarak yaptıkları çalışmada, optimizasyon elde etmek için rasyon konsantrasyonları ve piliç performans değerleri arasındaki ilişkiyi tanımlamak için YYY'ni kullanmışlardır. Çalışma ile hem yemden yararlanma hem de canlı ağırlık artışı için sindirilebilir protein ve sindirilebilir lizin değerleri arasında anlamı ilişki bulunduğu ifade edilmiştir. Bunu sırasıyla tek başına sindirilebilir protein, treoinin ile birlikte sindirilebilir protein, total sülfür amino asit ile sindirilebilir protein izlemiştir. Bunun yanında yemden yararlanma performansı için total sülfür amino asit ile lizin, sadece total sülfür amino asit, sadece sindirilebilir lizin, total sülfür amino asit ile treoinin ve sindirilebilir lizin ile treoininin beraber kullanıldığı durumlarda anlamlı bir fark ortaya çıkmadığı belirtilmiştir. Benzer şekilde canlı ağırlık artışı için sadece sindirilebilir lizin, total sülfür amino asit, treonin ve total sülfür amino asit ile sindirilebilir lizin beraber kullanıldığında anlamlı bir artış görülmediği ifade edilmiştir.

Ryu ve ark. (2011), farklı yağ çeşitleriyle yumurta kaplamanın, yumurta iç kalitesi ve raf ömrü üzerine etkisin araştırdıkları çalışmada, kaplama maddesi olarak mineral yağ, kanola yağı, mısır yağı, üzüm çekirdeği yağı, zeytinyağı, soya fasulyesi yağı ve ayçiçeği yağı kullanmıştır. Çalışmanın sonucunda kaplama maddesi olarak kullandıkları yağ çeşitlerinin, iç kaliteyi koruduğunu, yumurta ağırlık kaybını en aza indirdiğini ve 25 °C depolamada kaplanmamış yumurtalara göre yağla kaplamanın yumurta ömrünü uzattığını belirtmiştir. Soya yağını düşük maliyeti nedeniyle tavsiye etmiştir.

Torrico ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada mineral yağ-kitosan karışımı ve gam arabik maddesini çeşitli oranlarda karıştırıp kaplama maddesi olarak 4 grupta incelemiştir. 4 °C ve 25 °C ortamda depolayıp yumurta ağırlık kaybı, haugh birimi, albümin pH'sı ve sarı indeksi gibi parametreleri karşılaştırmışlardır. Depolamanın ve kaplama uygulamasının bir arada uygulanmasının yumurta ağırlık kaybı açısından olumlu etkisini tespit etmişler, ancak ağırlık kaybı açısından gruplar arasında yumurta ağırlık kaybı açısından bir fark bulamamışlardır.

Bellali ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada, Fas sardalyasının (*Sardinapilchardus*) deproteinizasyonu için optimum koşulların belirlenmesi için YYYnin merkezi bir kompozit tasarımını kullanmıştır. İki bağımsız değişkenin (NaOH konsantrasyonu ve işlem süresi) hidroksiprolin içeriği üzerindeki etkilerini belirlemek için kullanmıştır. Sonuç olarak, NaOH konsantrasyonu % 0.5 ve tedavi süresi 4 saat olduğunda, en düşük yanıt değeri için optimum seviyeyi tespit etmiştir. Hidroksiprolin içeriği için bulunan deney değeri ve sonuç öngörülen değer ile uyumluydu. Sonuç olarak bu yöntemin deproteinizasyon adımı için yeterli olduğu sonucuna varmıştır.

Gürel (2018), yaptığı çalışmada tavuk rulo üretiminde farklı bileşen miktarlarını YYY ile optimizasyon yaparak çeşitli kalite kriterleri üzerine etkisini araştırmıştır. Bu kalite özelliklerini sağlamasını öngördükleri formülasyonu 0.629 istenebilirlik ile belirlemiştir. Elde edilen tahminlerle, deneme sonuçlarını karşılaştırmış ve YYY'nin başarılı bir tahminde bulunduğunu ifade etmiştir.

2.2. Diğer Alanlarda Yapılan Çalışmalar

Dündar (2011), farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilen köftelerde heterosiklik aromatik aminlerin oluşumunun sınırlandırılmasında optimum tuz, askorbik asit ve yağ kullanım seviyelerinin YYY ile belirlenmesini amaçlamıştır. Bu amaçla farklı

miktarlarda tuz (% 0, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0), askorbik asit (0, 150, 300, 450 ve 600 ppm) ve kabuk yağı (% 10, 15, 20, 25 ve 30) ilavesi ile hazırlanan sığır eti köftelerine farklı sıcaklıklarda (150, 170, 190, 210 ve 230 °C) ve sürelerde (5, 7.5, 10, 12.5 ve 15 dak.) pişirme işlemi uygulanarak; bu beş farklı parametrenin, köfte örneklerinde heterosiklik aromatik aminlerin oluşumu üzerindeki etkileri araştırılmıştır. YYY'ne göre CCD Orthogonal modeli esas alınarak deneme gerçekleştirilmiş ve köfte örneklerinde heterosiklik aromatik aminlerin oluşumu açısından en önemli parametrelerin pişirme sıcaklığı ve süresi olduğu belirlenmiştir.

Khoramnia ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada ise farklı dondurma metodları uyguladıkları süt örneklerinin *Lactobacillus strain* ve *L. reuteri* C10 bakterilerin yaşama oranları araştırılmıştır. Çalışma sonunda *L. reuteri* C10'un hayatta kalma oranını arttırmak için tahmini optimum dondurma koruyucu madde içerisine % 19.5 yağsız süt, % 1 sükroz ve % 9 laktoz koymuşlardır. Doğrulama deneylerinin, öngörülen modelin geçerliliğini doğruladığı ve dondurularak kurutulmuş *L. reuteri* C10'un saklama ömrünün, dondurma koruyucu madde kullanıldığında belirgin şekilde iyileştirildiği aktarılmıştır. Buna benzer başka bir çalışmada ise Gisela ve ark. (2014) *Lactobacillus plantarum*'un dondurulmuş sütteki yaşama oranını optimize etmek için farklı oranlarda yağsız süt, sükroz ve trehaloz ilavesi yaparak YYY ile en uygun dondurma koruyucu maddenin trehaloz olduğunu ifade etmişlerdir.

Turan ve Altundoğan (2011), YYY'ni örnek bir hidrometalurjik çalışmasında kullanmışlardır. Metal cehver yataklarındaki işlenebilir tenör miktarının azalmasından dolayı cevherlerin işletilmesi ve kullanıma hazır hale getirilinceye kadarki süreçlerden biri olan hidrometalurjik işlemleri kapsayan bütün çalışmalarda YYY'nin kullanımının yaygınlaştığını söylemişlerdir. Sonuç olarak yaptıkları örnek çalışmada demir ve çinko çözünmesi için elden edilen yanıtlarda optimum noktaları tespit etmişlerdir ve YYY'nin uygulamalı mühendislik alanlarında kullanılmasını tavsiye etmişlerdir.

Akay (2013), yaptığı çalışmada, atık sulardan renk ve KOİ giderilmesinin optimizasyonunda YYY yönteminin merkezi kompozit tasarımını kullanmıştır. Ön denemeler yaparak renk ve KOİ giderimi için önemli faktörleri belirlemiştir. Faktörleri belirledikten sonra YYY kullanarak en iyi verim için tahmin aralıklarını hesaplamıştır. Oluşturulan model sayesinde en iyi renk ve KOİ giderim verimlerini elde etmiştir. Çalışma sonucunda YYY'nin merkezi kompozit tasarımıyla elde edilen tahmin değerleriyle, doğrulamak için yaptığı deney sonuçlarını karşılaştırmış ve YYY ile elde

edilen tahminlerin bu parametrelerle uyuştuğunu bildirmiştir. YYY'nin atık suların arıtımının optimizasyonunda ve çeşitli alanlarda süreç tasarımında ve süreç iyileştirmede yaygın kullanılan bir yöntem olduğunu bildirmiştir.

Şakıyan (2015), mikrodalga fırında pişirilen soya keklerinin formülasyonunun tepkime yüzey metodolojisi ile optimizasyonu üzerine araştırma yapmıştır. Çalışmada pişirme süresi (8, 9, 10 dk), soya unu konsantrasyonu (% 30, % 40, % 50) ve monogliserid konsantrasyonu (% 0.4, % 0.6, % 0.8) kullanılmış ve sonuçta 9.5 dk pişirme süresi, % 30 soya unu ve % 0.72 monogliserid konsantrasyonunun optimum pişirme için en iyi karışım olduğu ortaya konulmuştur.

Sönmez ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada, YYY ile Al-6061 malzemesinden elde edilen parçaların haddeleme işlemi sonucunda ortaya çıkan yüzey pürüzlülüğü değerlerini incelemiştir ve haddeleme işleminin parametrelerinin etkinliğini araştırmıştırlar. Haddeleme işlemi uygulanmış parçaları YYY ile modellemiş, elde edilen sonuçlar ile analiz tahminlerini karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda YYY ile tahmin edilen değerler ile deney sonucunda elde edilen değerleri karşılaştırmış ve R^2 değerini 0.891 olarak hesaplayarak YYY'nin gerçek değerlere yakın tahminler yapabileceğini belirtmişlerdir.

Türken ve Tuba (2016), yaptıkları çalışmada, vişne suyunun antioksidan aktivite değerinin yanıt yüzey metodu ile modellenmesi üzerine çalışmışlardır. Çalışmada vişneden elde edilen vişne suyuna ılımlı sıcaklık koşullarında (20 °C, 30 °C, 40 °C), farklı genlik değerlerinde (% 50, % 75, % 100) ve farklı sürelerde (2, 6, 10 dakika) ultrasonikasyon işlemi uygulanmıştır. Vişne suyunun antioksidan aktivite değeri deneysel olarak belirlenmiştir ve YYY kullanılarak modellenmiştir. Oluşturulan model için optimizasyon genetik algoritma tekniği kullanılarak yapılmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmada vişne suyunun antioksidan aktivite optimum değerleri belirlemek için yanıt yüzey metodu ile genetik algoritma birlikte kullanımının mümkün olabileceği görülmüştür. Modelleme için YYY ve optimizasyon için genetik algoritmanın kullanılması, etkin ve sistematik bir yaklaşım sağladığı göstermiştir.

Gürel (2018), yeni bir ürün olan tavuk rulonun üretiminin en iyileştirmesinde YYY'ni kullanmıştır. En iyileştirme amacıyla tavuk ruloların minimum sertlik, yapışkanlık, sakızımsılık, çiğnenebilirlik, b* renk değeri ve pişirme kaybı değerlerine, maksimum elastikiyet, L* ve a* renk değerlerine sahip olması tercih etmiştir.

Çalışmanın sonucunda elde edilen analiz sonuçları ve öngörülen sonuçlar arasındaki farkın istatistik olarak önemsiz olduğunu tespit etmiş ve denemenin başarılı tahminde bulunduğunu belirlemiştir.

Sürmelioğlu (2019), yaptığı çalışmada, ZnNiMo alaşım kaplanmış bakır yüzeyine sentezlenen polipirol ve poli homopolimer filmlerin sentez koşullarının en iyileştirmesinde YYY kullanmıştır. YYY sayesinde en iyi parametreleri belirlemiş ve bu parametreleri çalışarak elde edilen sonuçları test etmiştir. Elde edilen tahminlerle yürütülen test sonucunda elde edilen Cu/ZnNiMo/Ppy verilerinin en iyi direnci gösterdiğini tespit etmiştir. Tahmin edilen veriler ile bulguların örtüştüğünü ve YYY'nin korozyon deneylerinde yüksek oranda başarıyla kullanabileceğini ifade etmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma materyali olarak Konya'da bulunan yumurta tavukçuluğu yapan bir işletmeden alınan 130 adet birörnek sofralık tavuk yumurtası kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

Yumurtalar 4 °C, 14 °C ve 24 °C sıcaklıklarda, % 3, % 9 ve % 15'lik gam arabik kaplayıcı maddesi ile kaplanarak depolanmıştır. Bu amaçla, 130 adet sofralık tavuk yumurtalarından rastgele 30 adet yumurta % 3'lük gam arabik maddesiyle, 70 adet yumurta % 9'luk gam arabik maddesiyle ve 30 adet yumurta % 15'lik gam arabik maddesiyle kaplanarak farklı kaplara ayrılmıştır. Gam arabik maddesiyle kaplanan yumurtalar iyice kuruduktan sonra Tablo 3.1.'deki gibi sıcaklıklarına ve gam arabik karışım yüzdelerine göre gruplara ayrılıp depolanmaya başlanmıştır. Yumurtalar ilk gün, 7. gün, 14. gün, 21. gün ve 28. gün son kez hassas teraziyle tartılmıştır. 28 günlük depolama süreci boyunca depolanan yumurtalar her 7 günde bir defa ağırlıkları tekrar tartılıp depolamaya devam edilmiştir. 28. günde ölçülen değerlerin 1 haftalık ve 28 günlük depolama süresi boyunca oluşan ağırlık kayıpları hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Analiz için Face-Central Composite Design kullanılmıştır. Analiz sonuçları 1. 2. 3. ve 4. haftadaki kayıplar önce kendi içlerinde daha sonra toplu bir şekilde en iyileştirmeye tabii tutulup en uygun depolama kriterleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. En iyileştirme hedefi olarak ilk önce yumurta ağırlık kaybının minimum olması için gereken depolama koşulları seçilmiştir daha sonra farklı amaçlar için spesifik sıcaklık ve gam arabik maddesi seviyeleri seçilerek farklı en iyi noktalar elde edilmiştir.

Tablo 3.1. Yumurtaların sıcaklıklarına ve gam arabik yüzdelerine göre gruplandırılması

Gam Arabik Konsantrasyonları	Depolama Sıcaklıkları (°C)		
	4 °C	14 °C	24 °C
% 3'lük gam	10 adet yumurta	10 adet yumurta	10 adet yumurta
% 9'luk gam	10 adet yumurta	50 adet yumurta	10 adet yumurta
% 15'lik gam	10 adet yumurta	10 adet yumurta	10 adet yumurta

3.3. Yanıt Yüzey Yöntemi

Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY), deneysel bir model oluşturmak araştırılan bir yanıtın birkaç değişkenden etkilendiği faktörlerin modellenmesi ve analiz için yararlı olan matematik ve istatistik tekniklerin bir toplamıdır ve amaç bu yanıtın en iyi yapılmasıdır. Bu analizdeki amaç birkaç bağımsız değişkenden etkilenen yanıta en iyileştirme yapmaktır. Bağımsız girdi değişkenlerinde yapılan değişikliklerin yanıtta yapacağı değişikliğin sebebini "run" adı verilen bir dizi testten sonra ortaya koymaya yarayan bir deneydir (Teja ve Muneiah, 2018).

YYY ilk olarak deneysel yanıtları modellemek için kurulmuş ve daha sonra sayısal deneylerin modellenmesi için de kullanılmaya başlanmıştır (Box ve Draper, 1987) Aradaki fark, yanıt tarafından oluşturulan hata türündedir. Fiziksel deneylerde, yanlışlık ölçüm hataları ya da gözlemcinin yaptığı çeşitli yanlışlar gibi sebeplere bağlı olabilirken, bilgisayar deneylerinde sayısal gürültünün yinelemeli süreçlerin eksik yakınsamalarının, yuvarlama hatalarının veya sürekli fiziksel olayların ayrık temsil edilmesine bağlı bir sonucudur. YYY'de hataların rastgele olduğu varsayılmaktadır. (Namdev ve ark., 2014). YYY ilk olarak deneysel yanıtları modellemek için kurulmuş ve daha sonra sayısal deneylerin modellenmesi için de kullanılmaya başlanmıştır (Box ve Draper, 1987). YYY'nin en önemli özelliklerinden biri yanıt değişkenini etkilediği düşünülen bağımsız değişkenleri uygun matematik ve istatistik yöntemler kullanarak, etkili bir şekilde en iyileştirme yapmasıdır (Montgomery, 2001).

Faktöriyel denemelerde tüm muamele kombinasyonları denemeye dahil edilmek zorundayken, YYY'de en iyi noktalar baz alınacağı için faktör kombinasyonlarının hepsi kullanılmamaktadır. İncelenmeyen kombinasyonlar bir bilgi kaybına neden olmadığı için araştırıcılar tarafından kullanılmasında bir sakınca yoktur (Yılmaz, 2002). Örneğin 3 faktörlü ve 3 seviyesi bulunan bir faktöriyel denemede 3^3=27 adet muamele kombinasyonu gerekirken, YYY'de $2^n + (2n + 1) = 2 \times 3 + (2 \times 3 + 1) = 15$ muamele kombinasyonu kullanılması yeterlidir (Yılmaz, 2002).

YYY'de çoklu değişkenli regresyon modelleri kullanılarak model oluşturulabilirken, aynı zamanda yanıtını etkileyen çok sayıda değişken bir arada incelenebilmekte ve işlem parametrelerinde değişime verdiği yanıt en az sayıda deneme yapılarak en iyi şekilde tanımlanabilmektedir. Çok sayıda yanıt dikkate alınarak en iyi noktanın belirlenmesine imkân sağlaması, YYY'nin diğer en iyileştirme yöntemleri arasında öne çıkmasını sağlamaktadır. Tahmin edilen tüm yanıtların regresyondaki

belirleme katsayısının (R^2) yüksek olduğu model seçilmelidir. Çünkü YYY'nin en büyük dezavantajı doğrusal bir regresyon modeline uygun olmayan bağımsız değişkeleri, doğrusal olmayan bir regresyon modeli içeren tüm deneysel verilere kuadratik bir modelin uygulanmasıdır (Koç ve Kaymak-Ertekin, 2010).

YYY yedi faktöre kadar güvenle kullanılmaktadır. Yalnız faktör sayısı 7'den fazla olduğu durumlarda yorum yapmak ve model kurmak zorlaştığı için kullanılması tavsiye edilmemektedir (Mitchell ve Morris, 1992).

Çoğu YYY probleminde, yanıt ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin şekli bilinmemektedir. Böylece, YYY'deki ilk adım, y ve bağımsız değişkenler arasındaki gerçek fonksiyonel ilişki için uygun bir yaklaşım bulmaktır. Genellikle, bağımsız değişkenlerin bazı bölgelerinde düşük dereceli bir polinom kullanılır. Yanıt eğer bağımsız değişkenlerin doğrusal bir fonksiyonu ile iyi bir şekilde modellenirse, yaklaşım yanıt yüzeyinin birinci mertebeden modeli 1'dir (first order model). Yani bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki doğrusal ise aşağıdaki eşitlik (1)'deki lineer regresyon denkleminden faydalanır (Montgomery, 2001).

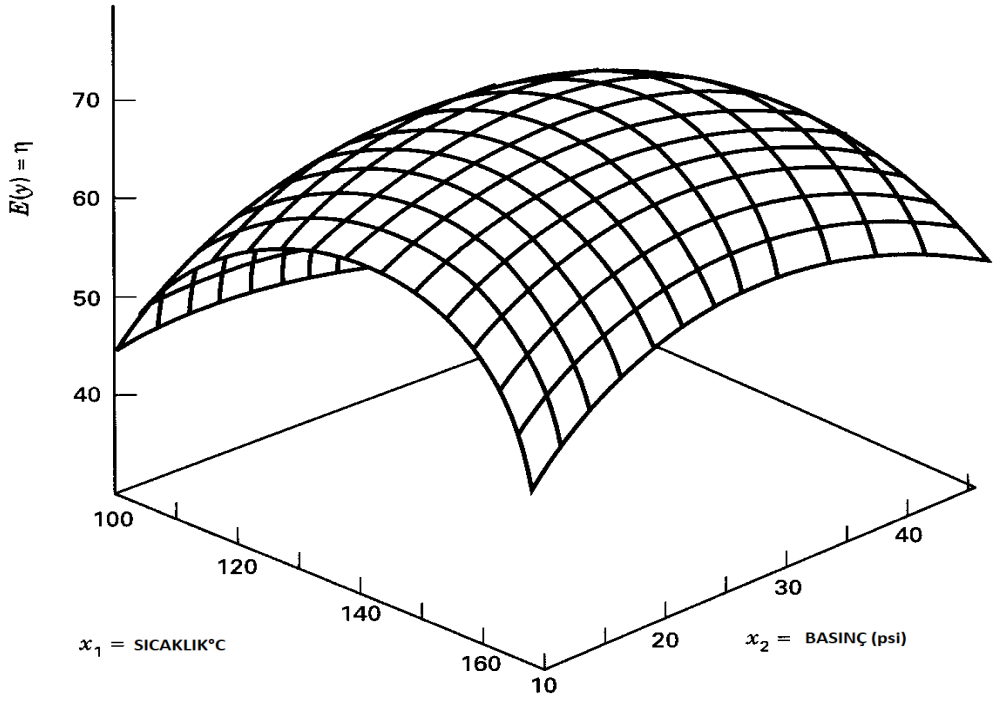
$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (1)$$

Sistemde eğrilik varsa, ikinci dereceden model gibi daha yüksek dereceli bir polinom kullanılmalıdır. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki doğrusal değil ise yani sistemde eğrilik varsa ikinci dereceden model gibi daha yüksek dereceli bir polinom kullanılmalıdır.

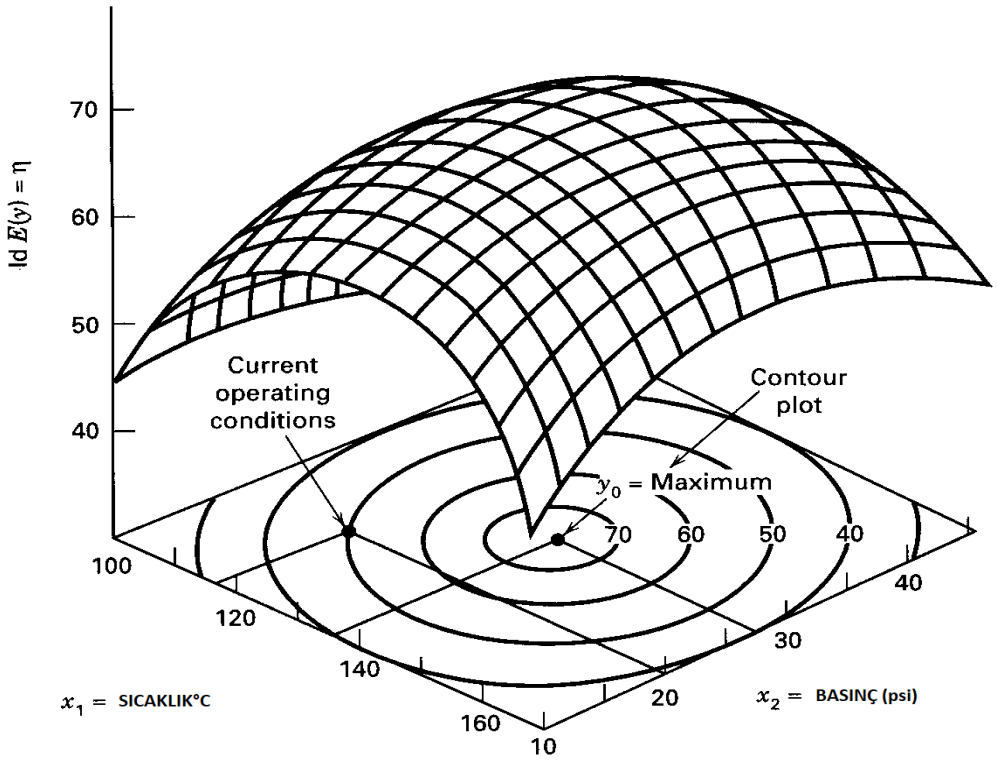
Nonlineer regresyon (kuadratik) denklem (2) yardımıyla hesaplanır (Montgomery, 2001).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \cdots + \beta_n X_n + \beta_{11} X_1 + \beta_{11} X_1^2 + \cdots + \beta_{nn} X_n^2 + \beta_{11} X_1^2 + \cdots + \beta_{12} X_1 X_2 + \cdots + \beta_{n-1,n} X_{n-1} X_n + \varepsilon \quad (2)$$

Genellikle yanıt yüzeyi grafik olarak temsil edilir, örneğin Şekil 3.1'de gösterilen η, x_1 ve x_2 seviyelerine karşı çizilir. Yanıt Yüzeyin şeklini görselleştirmek için, genellikle yanıt yüzeyinin dış hatları Şekil 3.2'de gösterildiği gibi çizilir. Eşyükselti (kontur) çiziminde, x_1, x_2 düzleminde sabit yanıt çizgileri çizilir. Her eşyükselti, tepki yüzeyinin belirli bir yüksekliğine karşılık gelir.



Şekil 3.1. Sıcaklık ve basıncın beklenen verimini gösteren üç boyutlu bir yanıt yüzey gösterimi



Şekil 3.2. Yanıt yüzeyin eşyükselti (kontur) çizimi.

Deneylerin dikkatli bir şekilde tasarlanmasındaki amaç, birkaç bağımsız değişkenden (giriş değişkenleri) etkilenen bir yanıtı iyi (çıktı değişkenini) en iyi yapabilmektir. YYY'nin tasarım en iyileştirmesine uygulanması pahalı analiz yöntemlerinin maliyetini düşürmeyi amaçlamaktadır.

YYY'nin önemli bir diğer yönü de deney tasarımıdır (Box ve Draper, 1987). Genellikle DOE olarak kısaltılır. Bu stratejiler başlangıçta fiziksel deneylerin model uyumu için geliştirildi, ancak sayısal deneylere de uygulanabilir. DoE'nin amacı, cevabın değerlendirilmesi gereken noktaların seçimidir. Deney tasarımının seçimi, yaklaşımın doğruluğu ve tepki yüzeyini oluşturma maliyeti üzerinde büyük bir etkiye sahip olabilir.

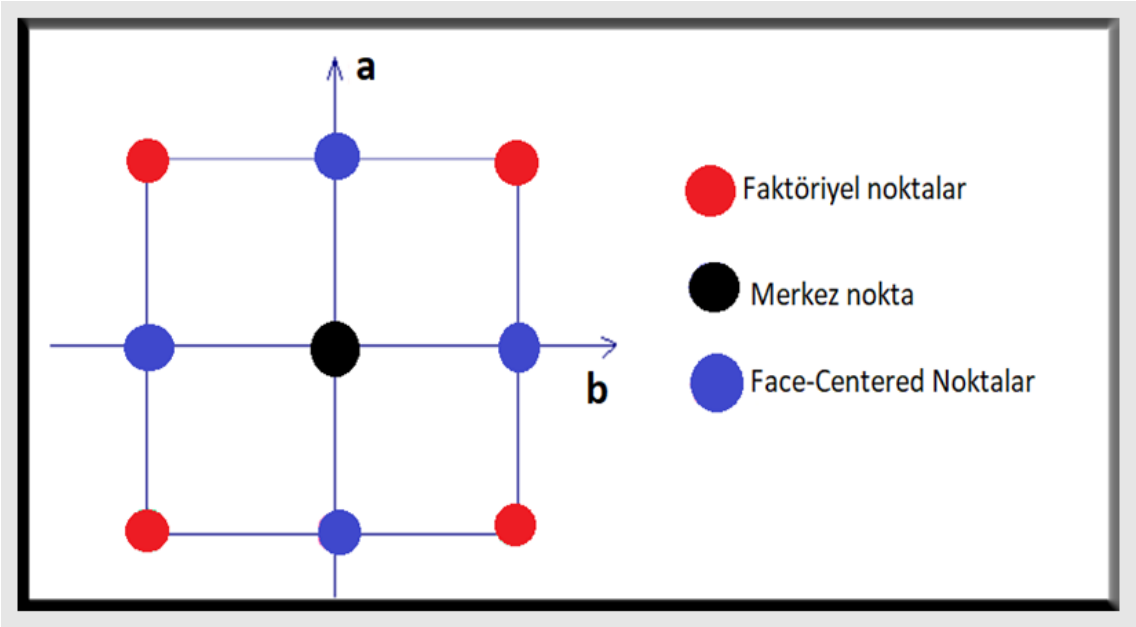
Geleneksel bir deney tasarımı, tarama deneyleri, sürecin ilk aşamalarında gerçekleştirilir; başlangıçta düşünülmüş tasarım değişkenlerinin çoğunun yanıt üzerinde çok az etkisinin olması veya hiç etkisinin olmaması muhtemeldir. Amaç, daha fazla araştırma için büyük etkiye sahip tasarım değişkenlerini belirlemektir (Montgomery, 2001).

3.4. Central Composite Design

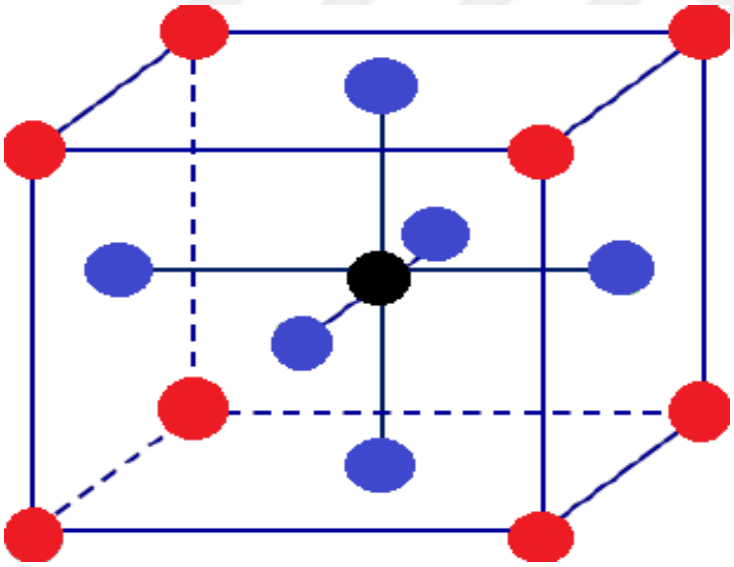
Süreci en iyileştirmek ve yanıt ile faktörlerin değerleri arasındaki ilişkiyi göstermek için sistemin daha ayrıntılı bir modele ihtiyacı vardır (Brereton, 2003). CCD ikinci dereceden modeller için oldukça uygun bir tasarım modelidir. Tasarı alanının merkezinden faktöriyel bir noktaya olan uzaklık her bir faktör için ± 1 birim ise, tasarı alanının merkezinden bir yıldız noktasına olan uzaklık | α | > 1'dir. α değeri, tasarım için istenen belirli özelliklere, ilgili faktör sayısına ya da araştırıcının isteğine göre değişebilmektedir. Genel olarak deneme dizaynına araştırıcının etkisi bulunmaz ise, kenarları 1 birim olan bir dik üçgenin hipotenüsü olan $\alpha = \sqrt{2}$ birim olacaktır (Anonymous, 2020).

Box ve Hunter (1957), ikinci dereceden yanıt yüzey tasarımının dönebilir (rotatable) olması gerektiğini öne sürmüşlerdir. Merkezi Kompozit Design α'nın seçimi ile döndürülebilir (rotatable) hale getirilebilir. İlgilenilen bölgenin bazen küresel olmak yerine kübik olmasının istenebileceği durumlar olabilir. Böyle durumlarda Merkezi Kompozit Design'ın bir türevi olan Face-Centered Merkezi Kompozit Design kullanılır. Face-centered Merkezi Kompozit Design α = ± 1'dir. Face-Centered Merkezi Kompozit Design küresel CCD kadar merkez noktası gerektirmez, nc = 2 veya 3 deney bölgesi

boyunca iyi tahmin varyansı sağlamak için yeterlidir (Montgomery, 2001). FCMT'da her faktörün 3 seviyesinin olması gerekir (Minitab, 2018).



Şekil 3.3. İki Faktörlü Face-Centered Merkezi Design grafiği nc=3



Şekil 3.4. Face-Centered Merkezi tasarım grafiğinin 3 boyutlu hali nc=3

Faktöriyel deneme dizaynında 2 faktörlü 5 seviyeli ve 5 tekerrürlü bir çalışma yapmak istense 2×5×5=50 tane muamele kombinasyonunun bulunması gerekirken, CCD muamele kombinasyonu 13'e kadar inebilmektedir. Bu sayede minimum muamele kombinasyonuyla maksimum bilgiye sahip olunmakla birlikte optimum sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır.

CCD için faktör seviyelerinin ortogonal olarak parçalanması aşağıdaki Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. CDD için 1 bloklu denemenin faktör seviyelerinin ortogonallığı (randomize)

Run	Blok	A	B
1	1	0	0
2	1	-1	-1
3	1	1	0
4	1	0	-1
5	1	-1	0
6	1	0	0
7	1	-1	1
8	1	0	0
9	1	0	0
10	1	0	1
11	1	0	0
12	1	1	-1
13	1	1	1

Elde edilen analiz sonuçlarıyla Minitab programında en iyileştirme yapılırken faktör seviyelerine hiçbir sınıf belirlenmeden en iyi nokta hesaplanabileceği gibi analize tabii tutulacak faktör seviyeleri araştırmacının isteğine göre sadece belirli bir aralıkta ele alınacak şekilde de kurulumu yapılabilir. Faktör seviyelerinin en iyileştirmeye tabii tutulacak seviyelerinin belirli bir noktandan başlaması yine araştırıcının isteğine göre ayarlanabilir. Ya da değişkenlerden birinin sabit olması istendiği durumlarda diğer faktör seviyelerine göre yeni en iyi sonuçlar hesaplanabilir.

Her bir yanıt değişkeni için arzu edilebilirlik fonksiyonu d ile gösterilir ve 0 ile 1 arasında değerler alır. Eğer d, 1 değerini alıyorsa istenilen noktaya tam olarak ulaşılmış olarak yorumlanırken 0 değerini almış ise yanıt değişkeninin belirlenen bölgenin dışında bir değer aldığına karar verilir. Her bir yanıt değişkeni için arzu edilebilirlik fonksiyonu ayrı ayrı hesaplanır.

Örneğin, bir kimya mühendisi, üç değişkeni değiştirerek kimyasal reaksiyonun verimini maksimuma çıkarmak istesin: reaksiyon süresi, reaksiyon sıcaklığı ve katalizör tipi. Aynı zamanda, üç değişkenden de etkilenen maliyeti en aza indirmek istesin. Mühendis YYY kullanarak, verim ve maliyet için hedefleri tanımlar. Minitab, bu

ayarların yanıt hedeflerine ne kadar iyi ulaştığını belirlemek için değişkenler için en iyi ayarları ve istenen değerleri hesaplar.

Verim = 44.8077 desirability (bireysel arzu edilebilirlik) = 0.98077

Maliyet = 28.0955 desirability (bireysel arzu edilebilirlik) = 0.87136

Kompozit Cazibesi (composite desirability) = 0.9245

Burada, composite desirability (0.9245) 1'e yakındır, bu da ayarların bir bütün olarak tüm yanıtlar için olumlu sonuçlar elde ettiğini göstermektedir. Bireysel arzu edilebilirlik ise verimi maksimuma çıkarmada (0.98077) maliyeti minimuma indirmekte (0.87136) olarak bulunmuştur. Maliyetin en aza indirilmesi daha önemliyse, mühendis, maliyet için daha yüksek bireysel arzu edilebilirlik ve verim için daha düşük bireysel arzu edilebilirlik elde etmek için bir en iyileştirme grafiği kullanarak ayarları değiştirmek isteyebilir (Minitab, 2018). İstenebilirlik değeri 0 ile 1 arasında olmaktadır.

3.5. Minitab Uygulaması

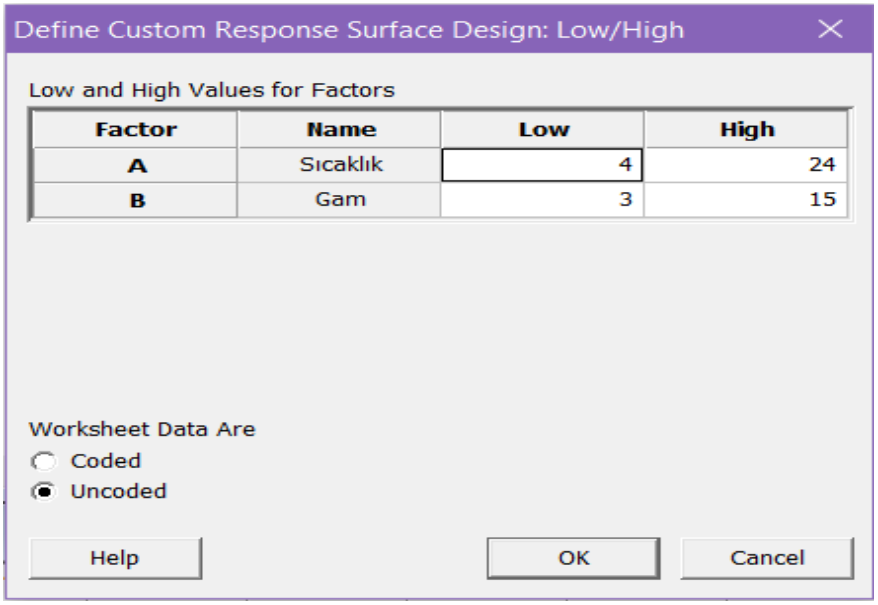
YYY oluşturulurken deneme deseni olarak CCD seçilmiştir. Bu çalışmada CCD'nin bir çeşidi olan alfa değerinin 1 olduğu Face-Centered Composite Design kullanılmıştır.

Tablo 3.3. Minitab programında CCD tablosu

Central Composite Design			
Faktörler (Factors):	2	Tekrarlar (Replicates):	10
Denemeler (Base runs):	13	Toplam denemeler (Total runs):	130
Bloklar (Base blocks):	1	Toplam bloklar (Total blocks):	10
Two-level factorial: Full factorial			
Küp noktalar (Cube points)	40		
Küpdeki merkez noktalar (Center points in cube):	50		
Eksen noktalar (Axial points)	40		
Eksendeki merkez noktalar (Center points in axial):	0		
Alfa değeri (Alpha):	1		

Tablo 3.4. 10 bloklu randomize CCD tablosu

Run	Blok	A	B
1	2	-1	1
2	2	0	-1
3	2	1	1
4	2	-1	0
5	2	0	0
6	2	1	0
7	2	0	0
8	2	0	0
9	2	-1	-1
10	2	0	1
11	2	0	0
12	2	0	0
13	2	0	0
14	5	1	-1
15	5	0	0
16	5	0	0
17	5	0	1
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
128	10	1	0
129	10	1	-1
130	10	1	-1



Şekil 3.5. YYY'de alt ve üst sınırın belirlenmesi

Denemede kullanılan faktörlerin en büyük ve en küçük seviye Şekil 3.5 deki gibi programa girildikten sonra YYY tanımlanmıştır.

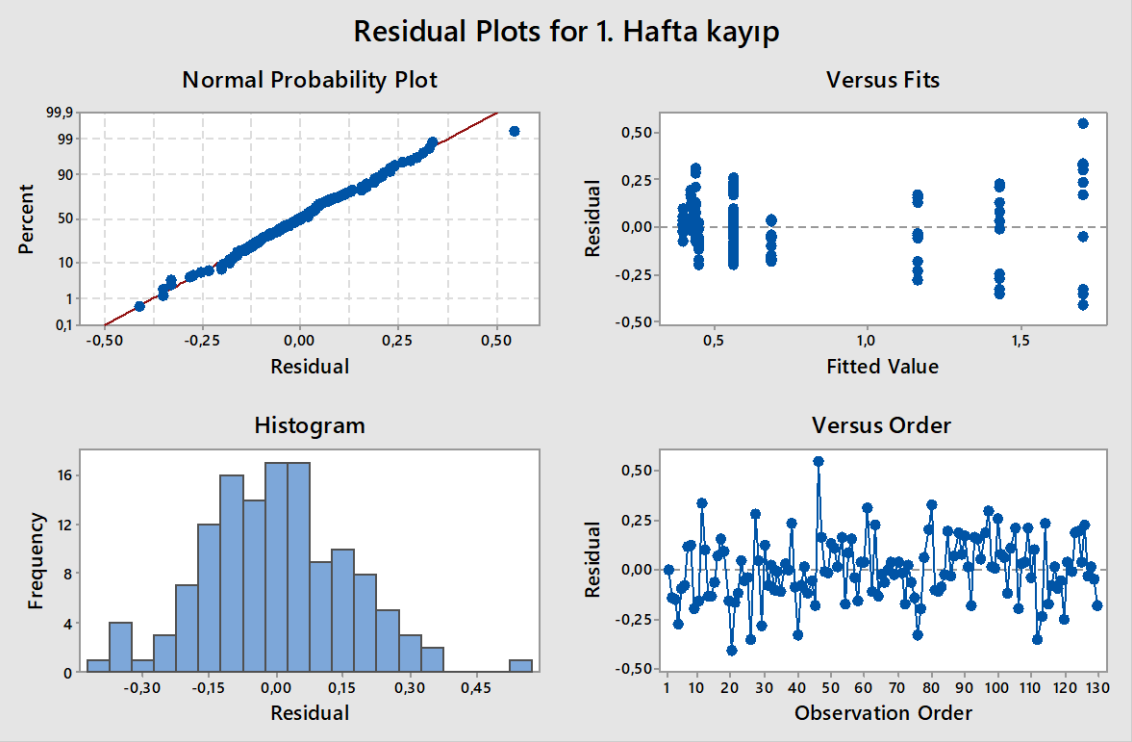
Şekil 3.5'te sıcaklık için en düşük seviye 4 °C, en yüksek seviye ise 24 °C olarak, gam arabik maddesi için ise en düşük seviye % 3, en yüksek seviye ise % 15 olarak belirlenmiştir. Elde edilen verilerle YYY için model ayarlamaları yapıldıktan sonra analiz yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Yumurta doğal yapısı ile mikrobiyolojik bozulmalara karşı kendini kısmen koruyabilse de bu yeterli değildir. Bu nedenle uygun depolama koşullarında muhafaza edilmeyen yumurtalar tazeliklerini kaybederek kalite kaybına uğrarlar. Yumurtanın üretimden tüketicinin sofrasına ulaşıncaya kadar geçirdiği süreçte yumurta kalitesinde bazı önemli kayıplar olmaktadır. Bu yüzden yumurtada bozulmalara karşı dayanıklılığı artırmaya yönelik çeşitli depolama ve muhafaza yöntemleri uygulanmaktadır. Bu yöntemler arasında yaygın olarak kullanılanlar, daldırma yöntemi, soğuk depolarda muhafaza, dondurarak muhafaza ve koruyucu maddelerle muhafaza olarak sayılabilir. Koruyucu maddelerle muhafaza etmede amaç yumurta içerisine oksijen girişini ve yumurtadan dışarıya karbondioksit çıkışını azaltmaktır. Bu amaçla parafinle kaplama, kabuğun çeşitli yağlarla kaplanması işlemleri uygulanmaktadır.

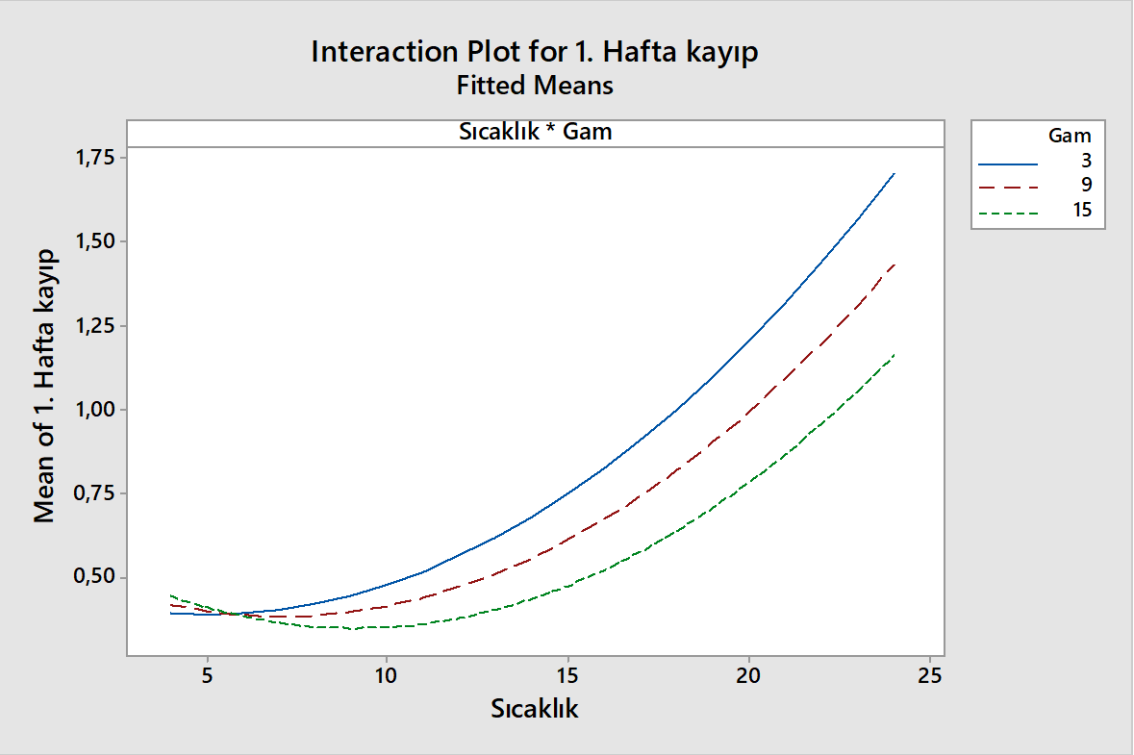
4.1. Birinci Hafta Sonunda Oluşan Kayıpların Analiz Sonuçları

Elde edilen verilerin varyans analizi sonucunda sıcaklık faktörünün, gam faktörünün ve Sıcaklık x Gam faktörünün interaksiyonunun etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.01) (EK-1).



Şekil 4.1 Birinci hafta sonuçları için dağılım tablosu grafiği

Birinci hafta için yapılan Yanıt Yüzey Analizi sonucunda normal dağılıma ait sonuçlar Şekil 4.1'de verilmiştir.



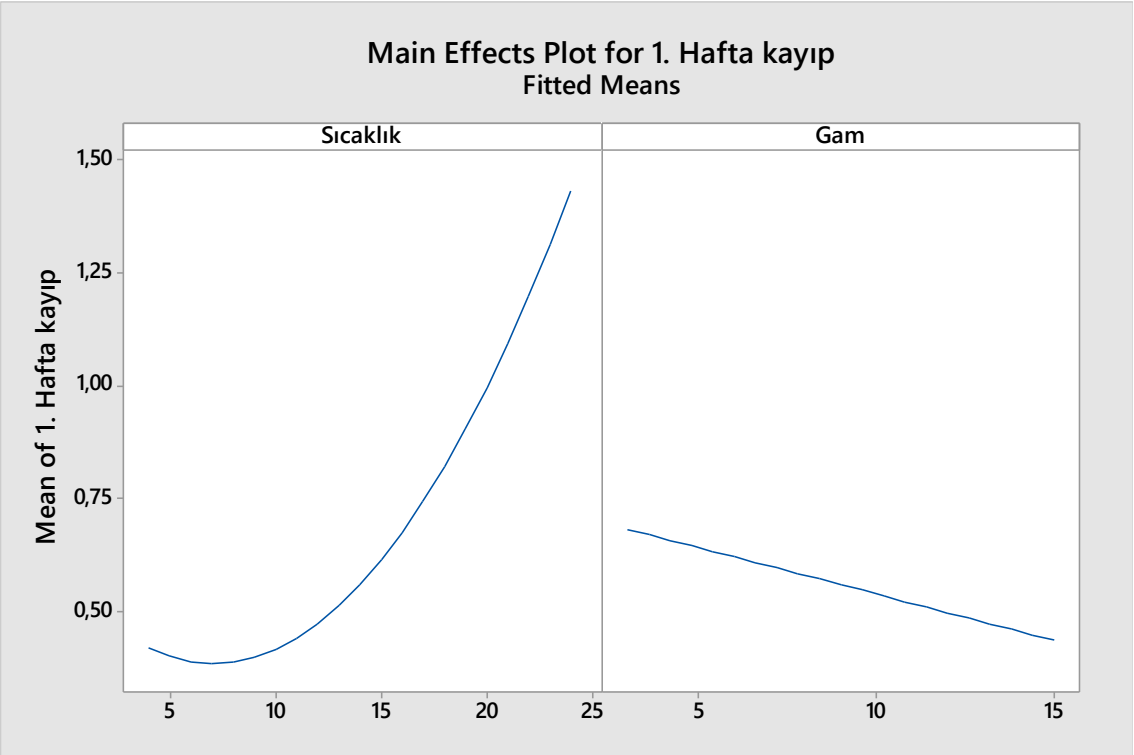
Şekil 4.2. Birinci hafta sonuçları için etkileşim grafiği

Şekil 4.1. incelendiğinde artıkların (gerçek değerler ile tahmin değerleri arasındaki farkların) normal dağılım gösterdiği görülmektedir.

Birinci hafta için yapılan analizde farklı miktardaki gam ve sıcaklık değerlerinin etkileşimini gösteren interaksiyon grafiği Şekil 4.2'de verilmiştir.

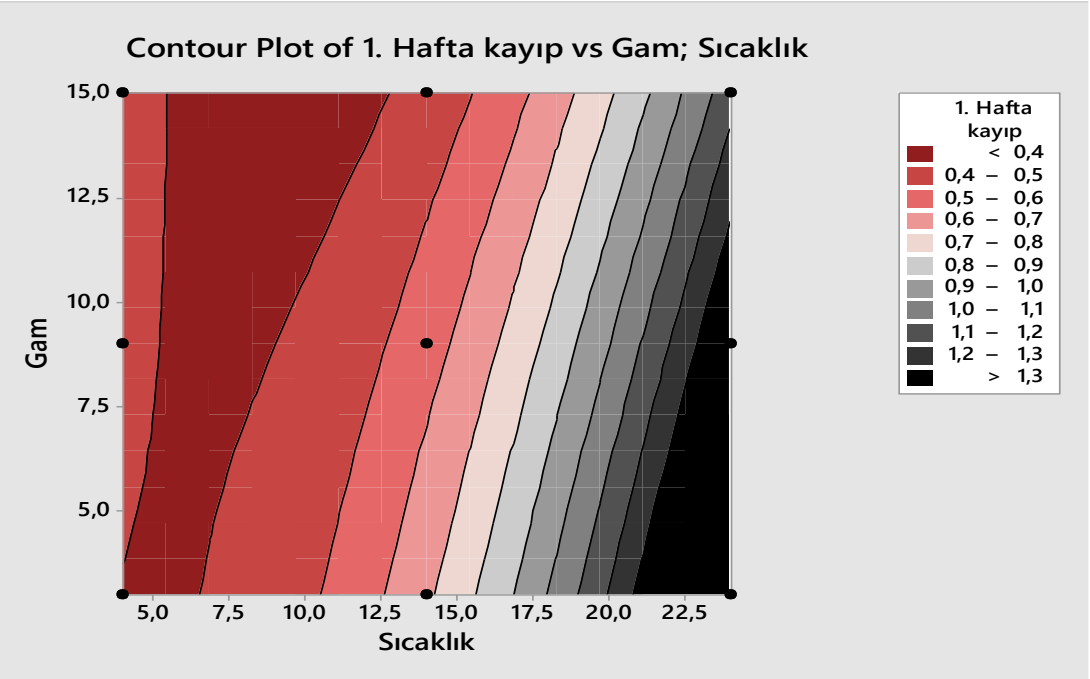
Gam miktarı sabit olarak % 3, % 9 ve % 15 alındığında ve sıcaklık değeri değişken olduğunda yumurtadaki ağırlık kaybının değişimi Şekil 4.3'te görülmektedir.

Birinci hafta sonunda gam miktarı ve sıcaklığın ayrı ayrı ele alındığında yumurtadaki ağırlık kaybının değişimi Şekil 4.3'te görülmektedir.



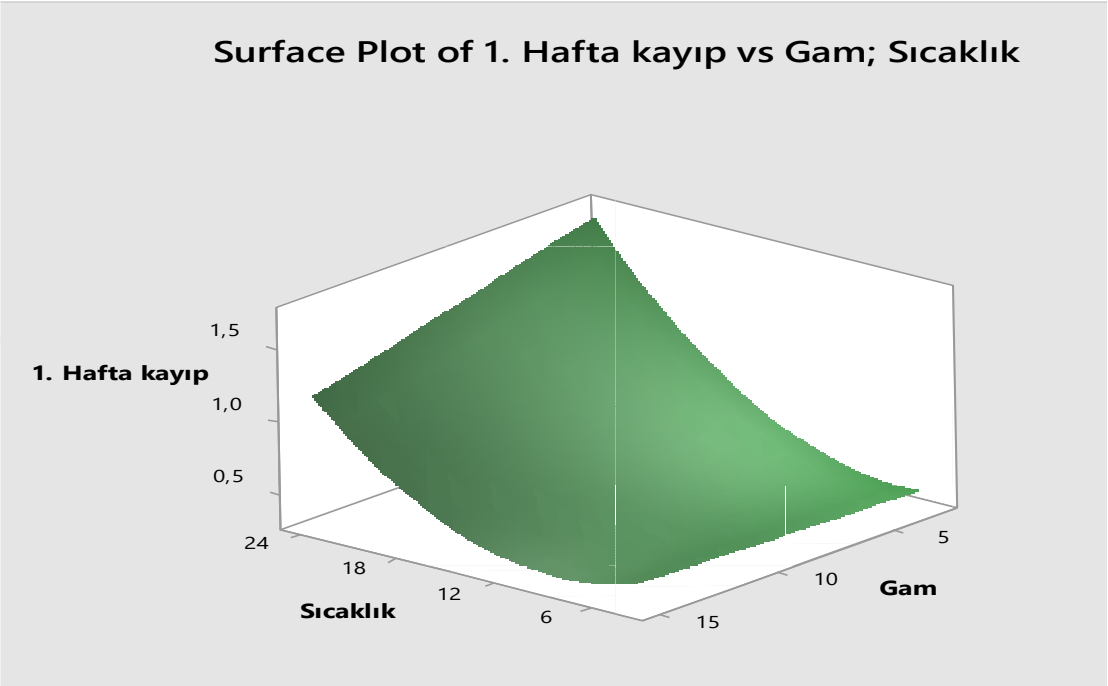
Şekil 4.3. Birinci haftanın sonuçları için sıcaklık ve gam miktarının yumurta ağırlık kaybına ayrı ayrı etkilerinin gösteren tablo

Şekil 4.3'te sıcaklık ve gam ayrı ayrı ele alındığında birinci hafta sonunda sıcaklığın düşmesi ve gam miktarının artmasıyla birlikte yumurtadaki ağırlık kaybının daha az olduğu görülmektedir.



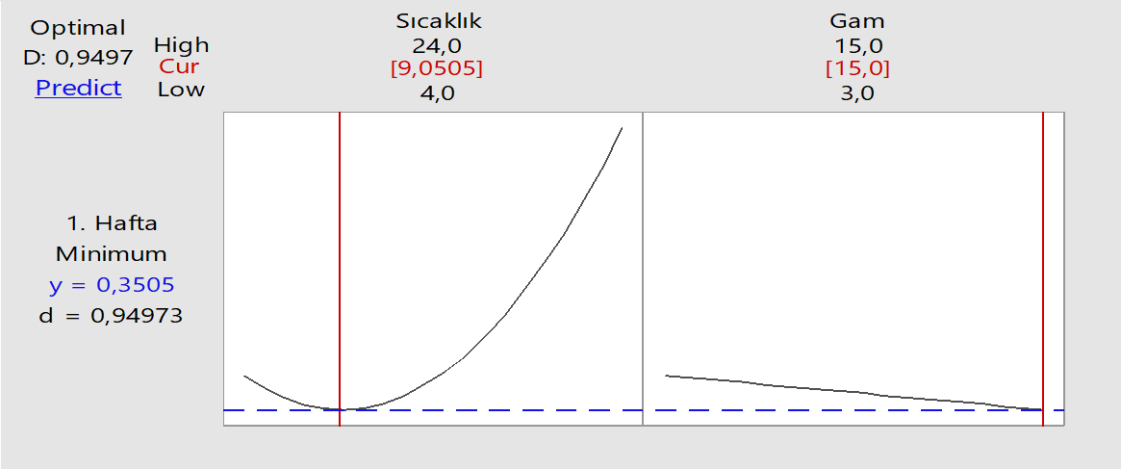
Şekil 4.4. Birinci hafta için yumurta ağırlık kaybının kontur grafiği ile gösterimi

Şekil 4.4'te birinci hafta sonuçlarına ait değerlerin kontur grafiği gösterilmiştir. Şekil 4.4'ten de görüldüğü üzere gam ve sıcaklığın yumurtadaki birinci haftadaki ağırlık kaybını en fazla olduğu bölge siyah, en az olduğu bölge ise koyu kırmızı ile belirtilmiştir.



Şekil 4.5. Birinci hafta için 3 boyutlu yüzey grafiği

Şekil 4.5'de birinci hafta sonuçlarına ait yüzey grafiği gösterilmiştir. Sıcaklığın azalmasıyla ve gam miktarının artmasıyla birinci hafta sonundaki yumurta ağırlık kaybının azaldığı Şekil 4.6'dan da görülmektedir.



Şekil 4.6. Birinci hafta sonuçlarının optimizasyonunu gösteren grafik.

Şekil 4.6'da yumurta ağırlık kaybı için en uygun (optimum) gam ve sıcaklık değerleri verilmiştir.

Grafik incelendiğinde gam arabik miktarının % 15 ve sıcaklığın 9,0505 °C durumda yumurta ağırlık kaybının minimum olduğu (0.3505) ve arzu edilebilirliğin oldukça yüksek olduğu (0.94973) görülmektedir (Şekil 4.6.). Bunun dışındaki en iyi diğer gam arabik konsantrasyonları ve sıcaklık değerlerindeki en iyi değerler hesaplanarak Tablo 4.1'de verilmiştir.

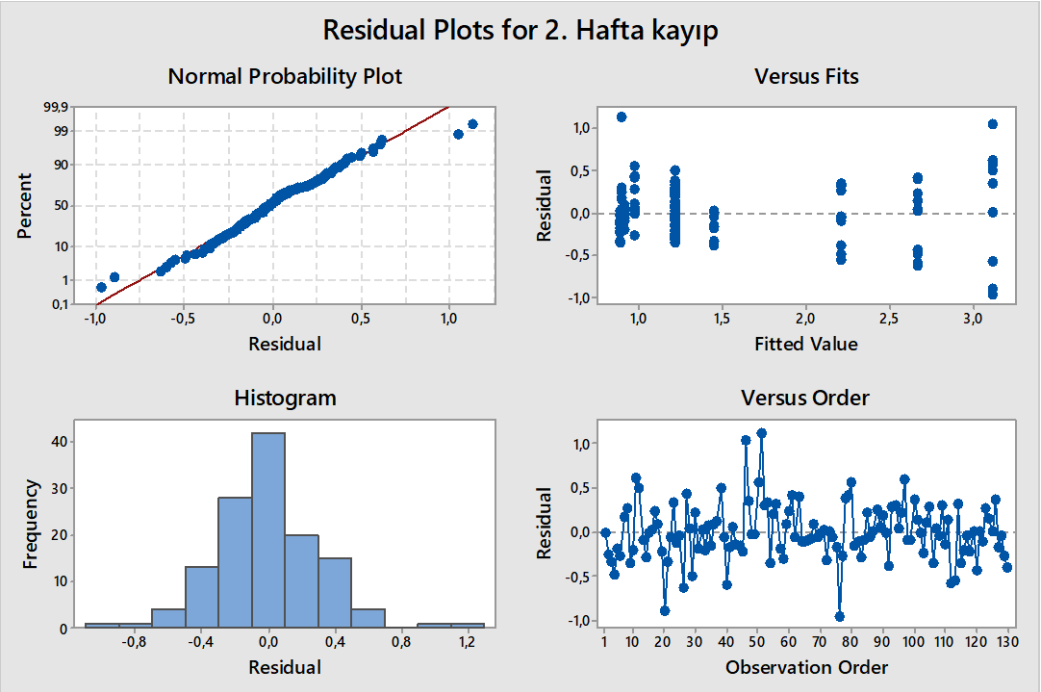
Tablo 4.1. Birinci hafta sonuçlarının en iyi 5 tahmini

Sonuçlar	**Sıcaklık (°C)**	**Gam (%)**	**Kayıp (g)**	**Composite Desirability**
1	9.05	15.00	0.35	0.95
2	8.30	10.27	0.38	0.93
3	6.08	14.92	0.38	0.93
4	4.43	3.00	0.39	0.93
5	13.90	4.18	0.65	0.80

Tablo 4.1 incelendiğinde 1. hafta sonuçlarında tahmin edilen en iyi değer 0.35 gramlık ağırlık kaybıyla sıcaklığın 9.05 °C ve % 15'lik gam arabik konsantrasyonunun olduğu şartlar olarak belirlenmiştir. Yumurta ağırlık kaybının en iyileştirme kurulumu yapılırken, hedef ağırlık kaybını minimum yapmak olarak seçilmiştir. Bu tahmin için Composite Desirability yaklaşık 0.95 olarak bulunmuştur. Minitab en iyileştirme sonuçlarını sıralamaya mümkün olan en iyi hedeflenen değer ve en yüksek composite desirability değerlerine sahip tahminden başlamaktadır. Sıcaklığın 13.90 °C ve gam arabik konsantrasyonunun % 4.18 olduğu durumda ağırlık kaybının 0.65 olduğu ve arzu edilebilirlik değerinin 0.95'den 0.80'e düştüğü görülmektedir.

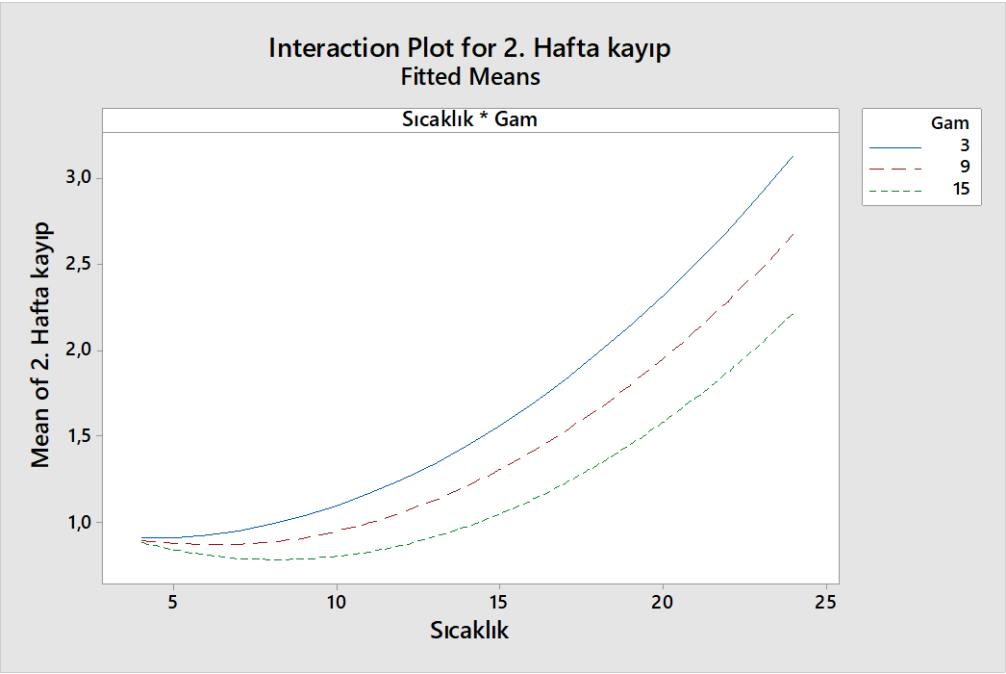
4.2. İkinci Hafta Sonunda Oluşan Kayıpların Analiz Sonuçları

Elde edilen verilerin varyans analizi sonucunda sıcaklık faktörünün, gam faktörünün ve Sıcaklık x Gam faktörünün interaksiyonunun etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$) (EK-2).



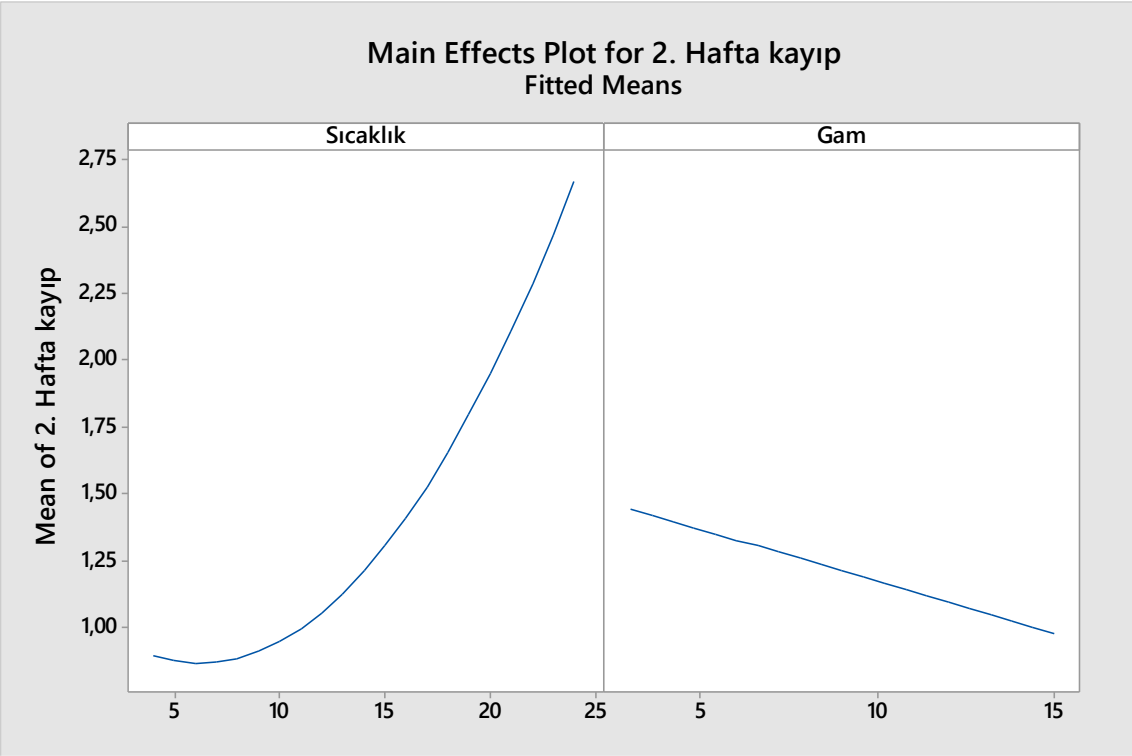
Şekil 4.7. İkinci hafta sonuçları için dağılım tablosu grafiği

İkinci hafta için yapılan Yanıt Yüzey analizi sonucunda normal dağılıma ait sonuçlar Şekil 4.7'de verilmiştir. Şekil 4.7 incelendiğinde artıkların normal dağılım gösterdiği görülmektedir. İki haftalık depolamadan sonra yapılan analizde farklı miktardaki gam ve sıcaklık değerlerinin etkileşimini gösteren interaksiyon grafiği şekil 4.8' de verilmiştir.



Şekil 4.8. İkinci hafta sonuçları için etkileşim grafiği

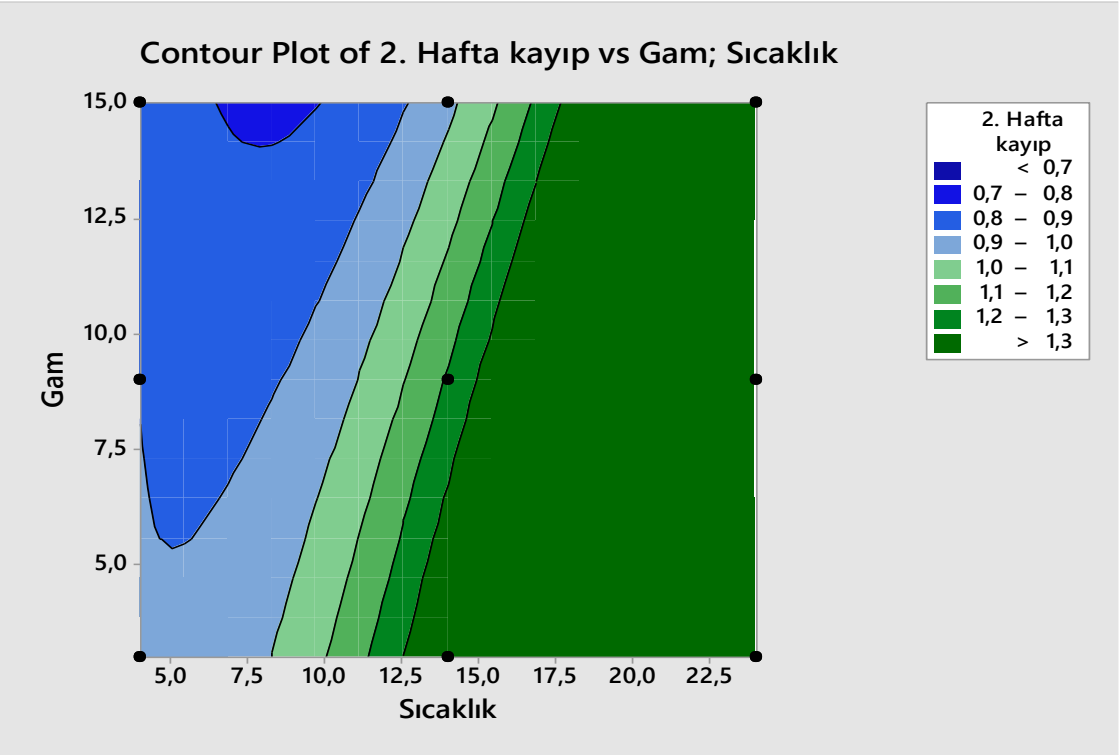
Gam miktarı sabit olarak % 3, % 9 ve % 15 alındığında ve sıcaklık değerinin değişmesiyle birlikte yumurta ağırlık kaybında görülen değişiklik Şekil 4.8'de görülmektedir.



Şekil 4.9. İkinci haftanın sonuçları için sıcaklık ve gam miktarının yumurta ağırlık kaybına ayrı ayrı etkilerinin gösteren grafik

Şekil 4.9'da sıcaklık ve gam ayrı ayrı ele alındığında ikinci hafta sonunda sıcaklığın düşmesiyle, gam miktarının ise artmasıyla birlikte yumurtadaki ağırlık kaybının daha az olduğu görülmektedir. Sıcaklık için en iyi değerin birinci hafta sonuçlarına göre bir miktar azaldığı gözlenmiştir.

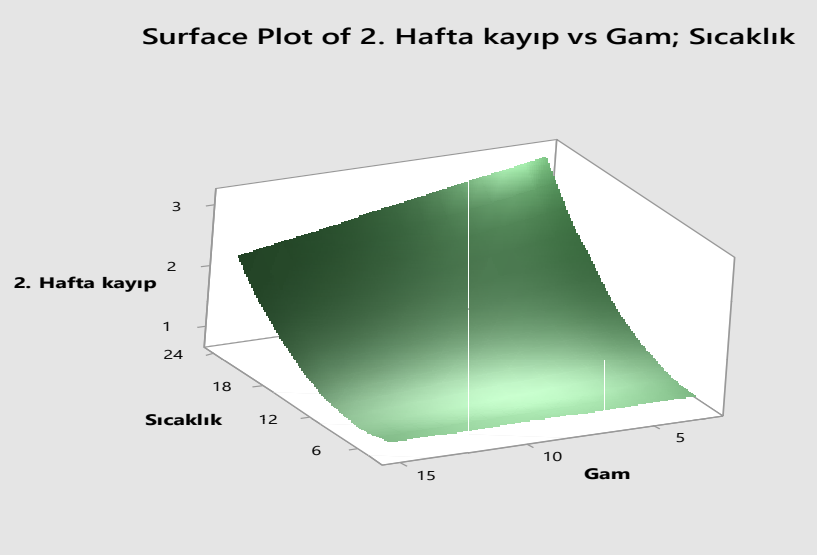
Şekil 4.10'da ikinci hafta sonuçlarına ait değerlerin kontur grafiği gösterilmiştir. Grafikte yumurta ağırlık kaybının yüksek olduğu bölgeler yeşil ve koyu yeşil tonlarıyla gösterilirken, en düşük olduğu bölgeler ise mavi ve en iyi bölge koyu mavi ile gösterilmiştir.



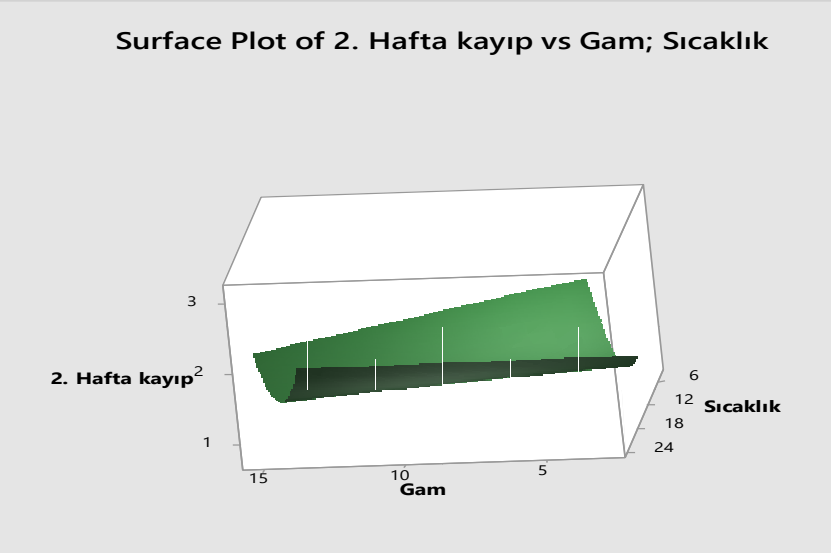
Şekil 4.10. İkinci hafta için yumurta ağırlık kaybının kontur grafiği ile gösterimi

Şekil 4.10 incelendiğinde yumurta ağırlık kaybının en iyi olduğu bölge koyu mavi ile gösterilmiştir (<0,7). Bu bölgenin yaklaşık olarak sıcaklığın 8-10 °C olduğu ve gamın yaklaşık olarak 14-15 olduğu miktarlara denk geldiği görülmektedir.

Şekil 4.11'de ikinci hafta sonuçlarına ait yüzey grafiği gösterilmiştir. Sıcaklığın azalmasıyla ve gam miktarının artmasıyla birinci hafta sonundaki yumurta ağırlık kaybının azaldığı Şekil 4.11 ve 4.12'den de görülmektedir.



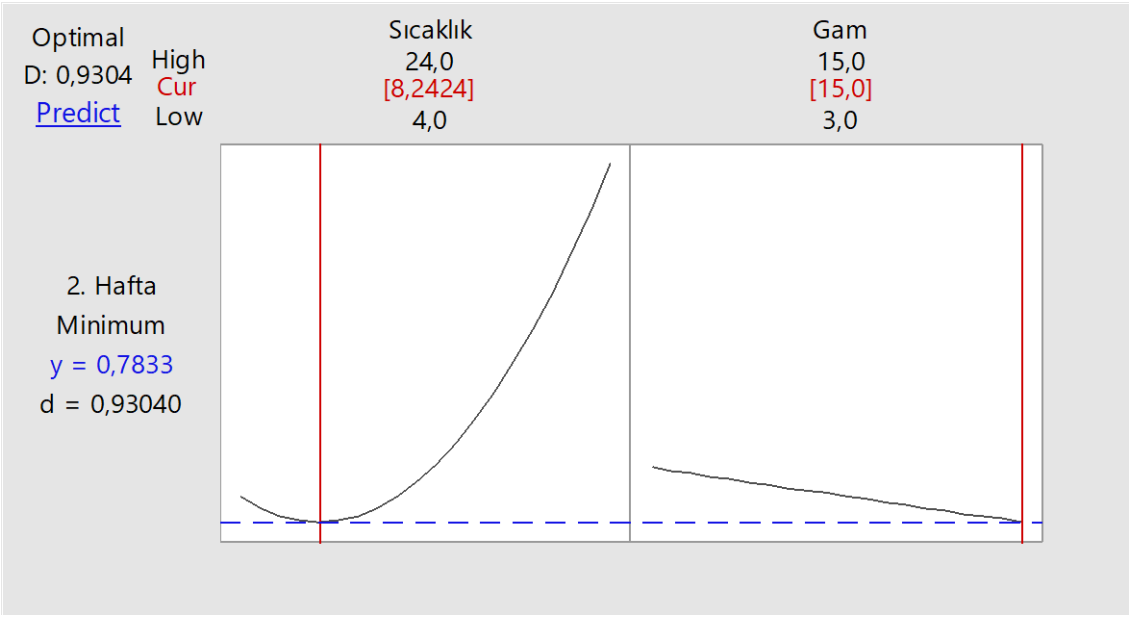
Şekil 4.11. ikinci hafta sonuçlarının yüzey grafiği ile gösterimi



Şekil 4.12. ikinci hafta sonuçlarının farklı açılardan yüzey grafiği ile gösterimi

Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'nin bir farkı olmayıp sadece grafikteki bükülmeyi daha iyi gösterebilmek için verilmiştir.

Şekil 4.13'te yumurta ağırlık kaybı için en iyi gam arabik ve sıcaklık değerleri verilmiştir.



Şekil 4.13. İkinci hafta sonuçlarının optimizasyonunu gösteren grafik.

Grafik incelendiğinde gam arabik miktarının % 15 ve sıcaklığın 8.2424 °C durumda yumurta ağırlık kaybının minimum olduğu (0.7833) ve arzu edilebilirliğin

0.93040 olduğu görülmektedir (Şekil 4.13). Bunun dışındaki en uygun diğer gam arabik konsantrasyonları ve sıcaklık değerlerindeki en iyi değerler hesaplanarak Tablo 4.2. de verilmiştir.

Tablo 4.2. İkinci Hafta sonuçlarının en iyi 5 tahmini

Sonuçlar	Sıcaklık (°C)	Gam (%)	Kayıp (g)	Composite Desirability
1	8.24	15.00	0.78	0.93
2	8.31	15.00	0.78	0.93
3	8.35	15.00	0.78	0.93
4	6.72	9.75	0.86	0.91
5	12.91	4.35	1.29	0.79

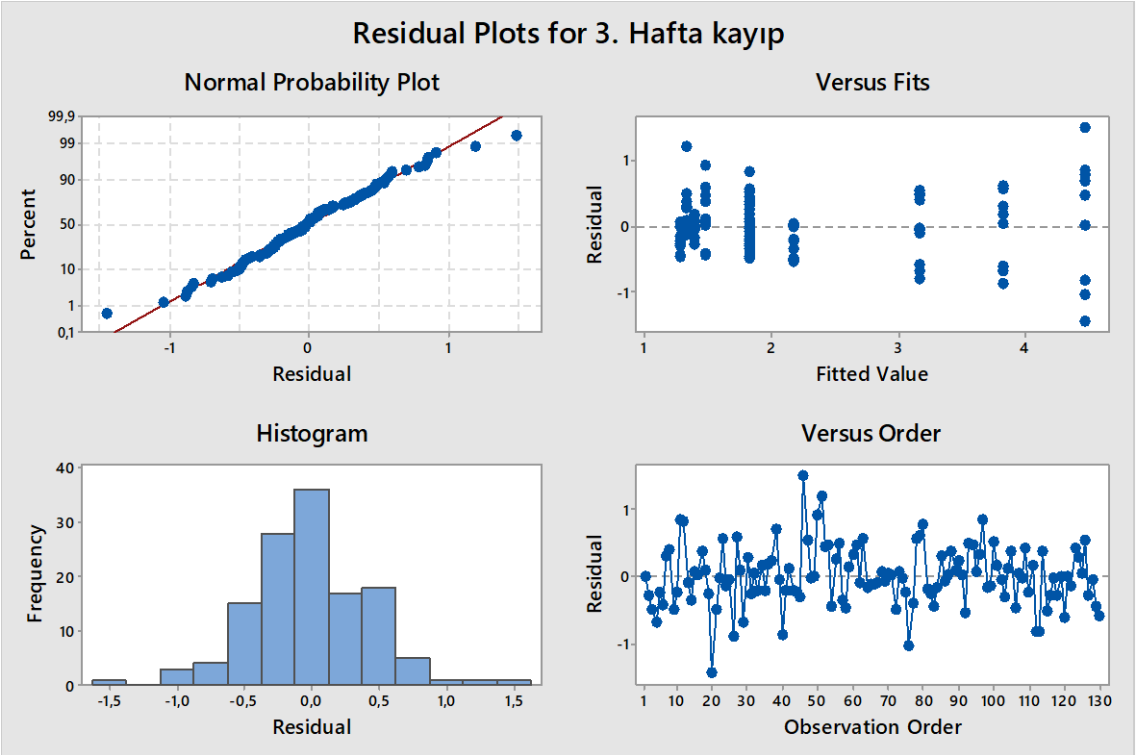
Tablo 4.2. incelendiğinde ikinci hafta sonuçlarında optimum değer 0.78 gramlık ağırlık kaybıyla sıcaklığın 8.24 °C ve % 15'lik gam arabik konsantrasyonunun olduğu şartlar olarak belirlenmiştir. Bu tahmin için Composite Desirability 0.93 olarak bulunmuştur. Diğer tahminler incelendiğinde 1. Hafta sonuçlarında değerler arasında bir farklılık gözlenirken 2. Hafta sonuçlarında hesaplanan ilk 3 değer arasında ağırlık kaybı bakımından farklılıklar gözlenmemiştir, sadece sıcaklık miktarında minimal değişiklikler gözlemlenerek ağırlık kaybı 0.78 gram bulunmuştur. İlk hafta kayıplarda 0.35 gramlık ağırlık kaybıyla sıcaklığın 9.05 °C ve % 15 gam konsantrasyonuna sahip ortam en iyi bulunurken ikinci hafta en iyi ağırlık kaybı için sıcaklık 0.81 azalarak 8.24 °C'ye düşmüş ve gam miktarının değişmediği gözlenmiştir. Composite desirability değeri ilk hafta 0.95 iken 2. Hafta 0.93 olarak hesaplanmıştır.

4.3. Üçüncü Hafta Sonunda Oluşan Kayıpların Analiz Sonuçları

Elde edilen verilerin varyans analizi sonucunda sıcaklık faktörünün, gam faktörünün ve Sıcaklık x Gam faktörünün interaksiyonunun etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$) (EK-3).

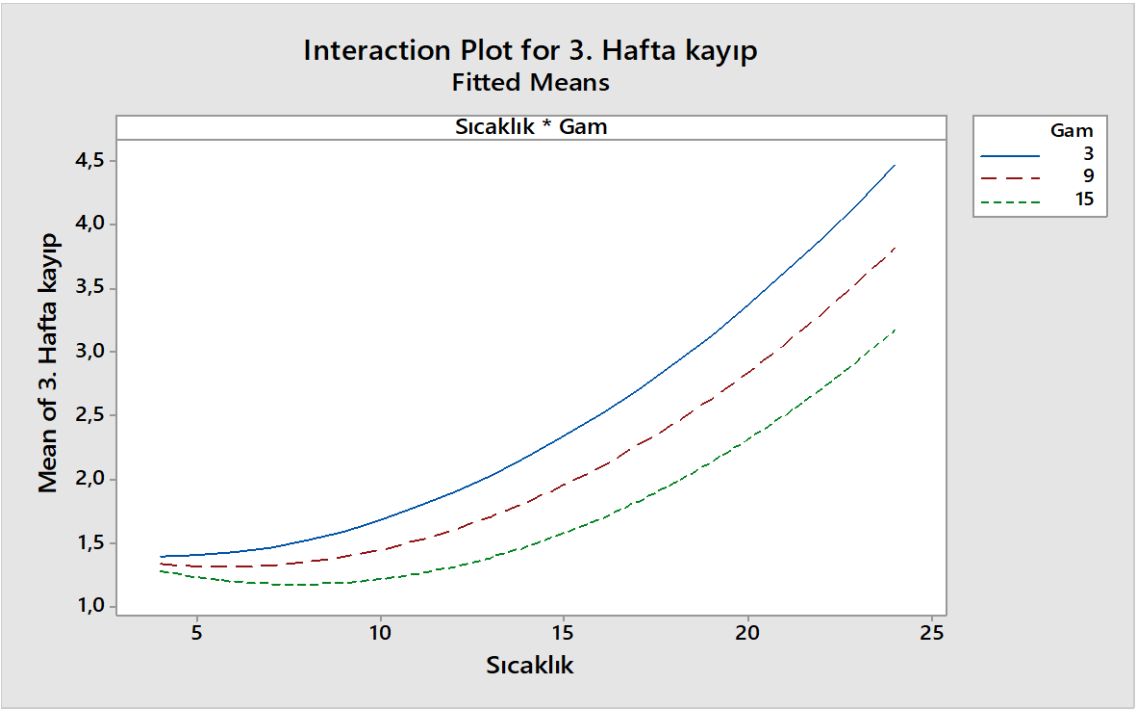
Üçüncü hafta sonuçlarına ait dağılım tablosu, etkileşim, kontur, yüzey ve en iyileştirme grafikleri aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.14 incelendiğinde artıkların dağılım grafiğinin önceki haftalara benzer olduğu görülmektedir.

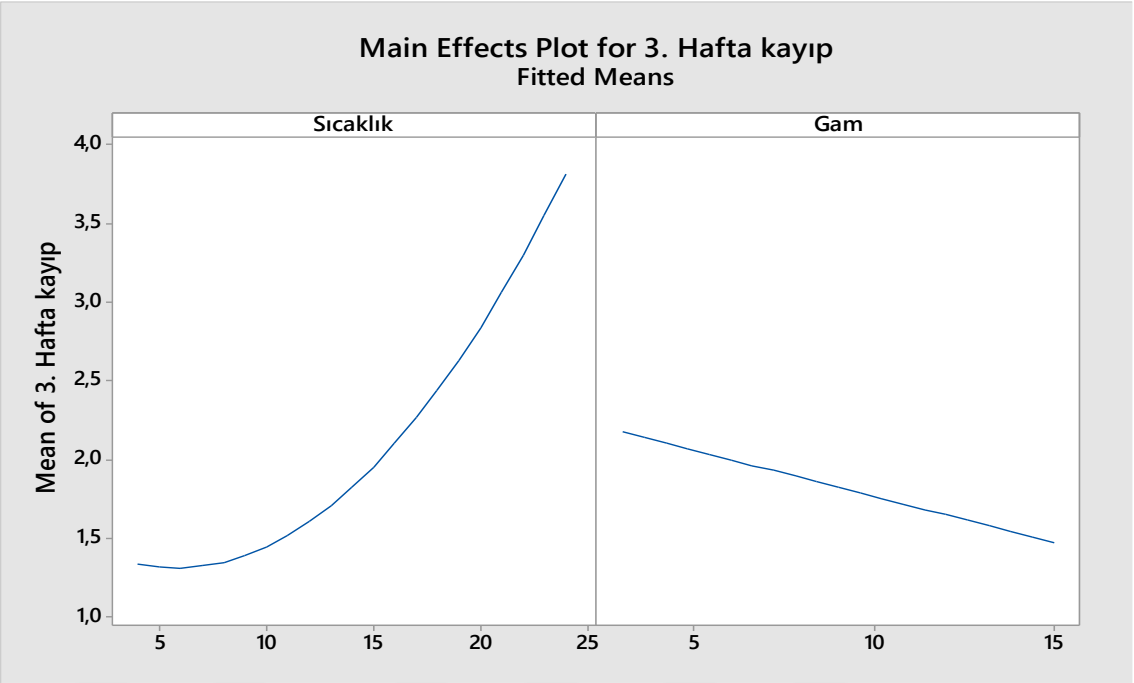


Şekil 4.14. Üçüncü hafta için sonuçları için dağılım tablosu grafiği

Şekil 4.15 incelendiğinde sıcaklığın 5 °C civarında olduğu durumlarda gam miktarlarının etkileri önceki haftalara göre farklılık göstermiştir.

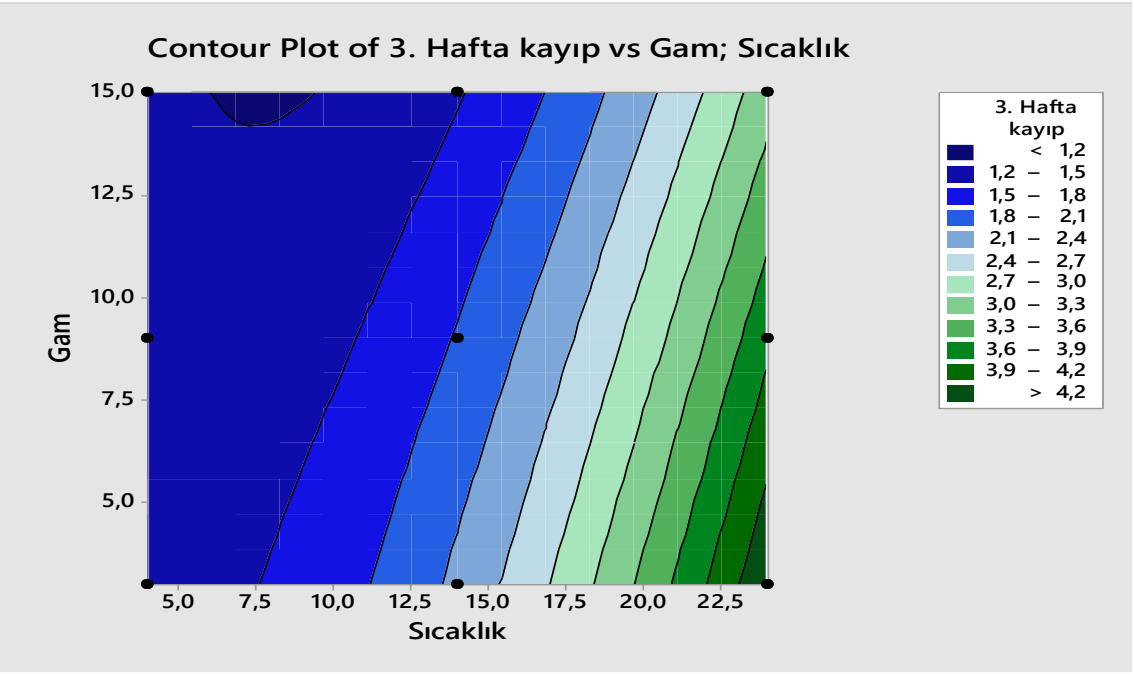


Şekil 4.15. Üçüncü hafta sonuçları için etkileşim grafiği



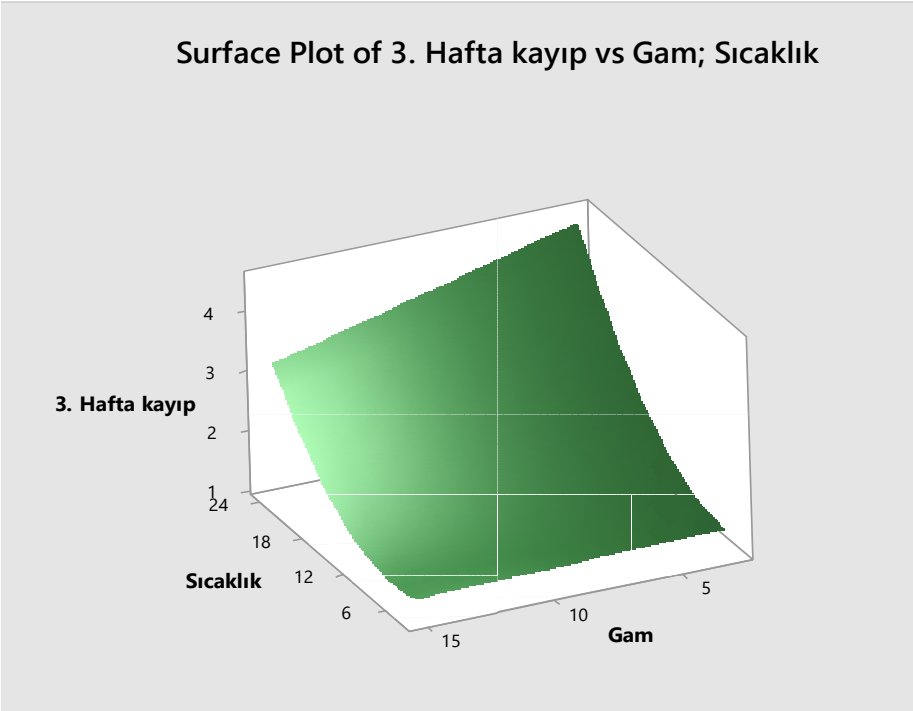
Şekil 4.16. Üçüncü haftanın sonuçları için sıcaklık ve gam miktarının yumurta ağırlık kaybına ayrı ayrı etkilerini gösteren grafik

Şekil 4.17'de kontur grafiğinde mavi bölgelerden yeşil bölgelere doğru gidildikçe ağırlık kaybının arttığı gösterilmektedir.

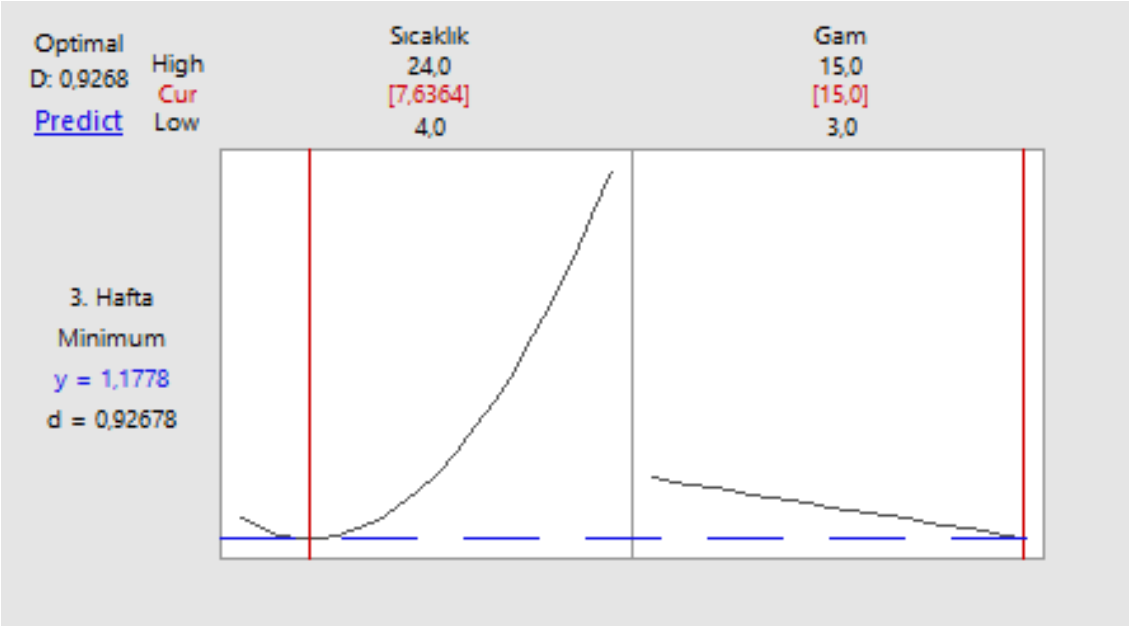


Şekil 4.17. Üçüncü hafta için yumurta ağırlık kaybının kontur grafiği ile gösterimi

Şekil 4.17 incelendiğinde yumurta ağırlık kaybının en iyi olduğu bölge koyu mavi ile gösterilmiştir (<1,2). Bu bölgenin yaklaşık olarak sıcaklığın 6-8 °C olduğu ve gamın yaklaşık olarak 14-15 olduğu miktarlara denk geldiği görülmektedir. Şekil 4.18'de üçüncü hafta sonuçlarının yüzey grafiği ile gösterimi verilmiştir.



Şekil 4.18. Üçüncü hafta sonuçlarının yüzey grafiği ile gösterimi



Şekil 4.19. Üçüncü hafta sonuçlarının optimizasyonunu gösteren grafik.

Şekil 4.19 incelendiğinde depolamada üçüncü haftanın sonunda en az yumurta ağırlık kaybı için sıcaklığın 7.6364, gam maddesi miktarının ise diğer haftalarda olduğu gibi % 15 olması gerektiği tespit edilmiştir.

Tablo 4.3. Üçüncü Hafta sonuçlarının en iyi 5 tahmini

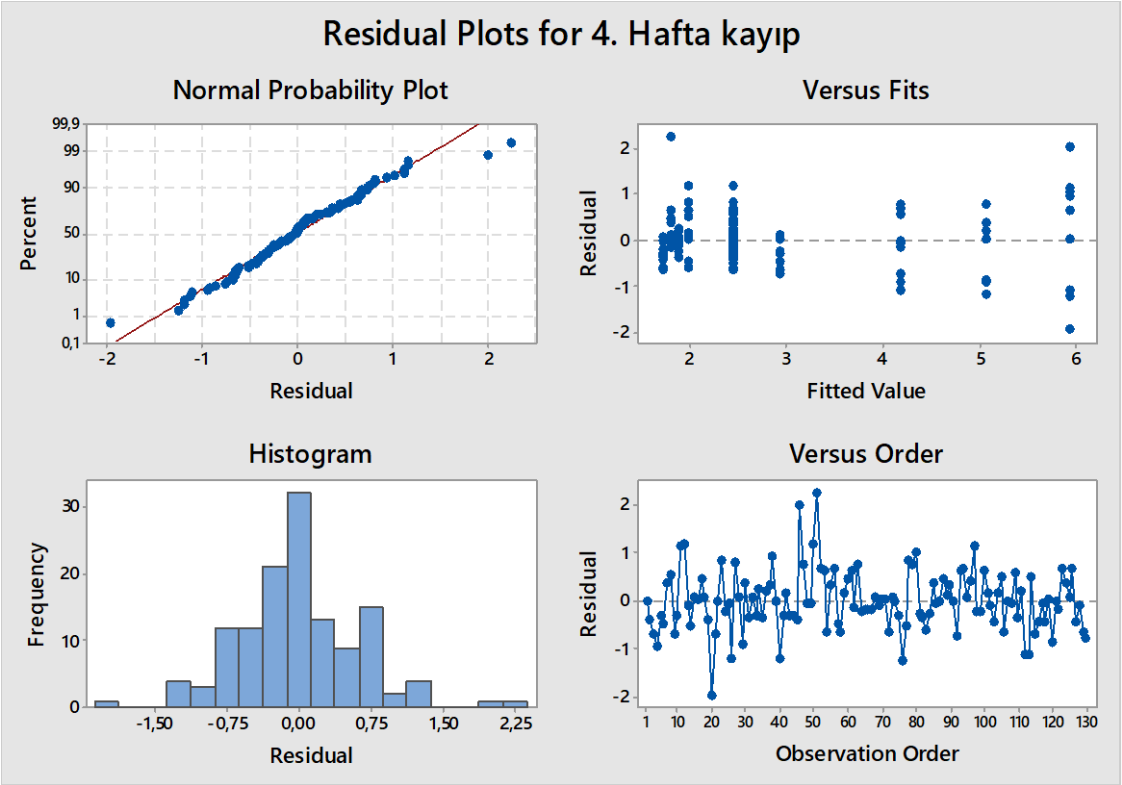
Sonuçlar	Sıcaklık (°C)	Gam (%)	Kayıp (g)	Composite Desirability
1	7.64	15.00	1.18	0.93
2	7.87	15.00	1.18	0.93
3	4.00	14.99	1.28	0.91
4	10.18	9.73	1.43	0.88
5	12.46	4.47	1.88	0.79

Tablo 4.3. incelendiğinde 3. hafta sonuçlarında tahmin edilen en iyi değer 1.18 gramlık ağırlık kaybıyla sıcaklığın 7.64 °C ve % 15 lik gam arabik konsantrasyonunun olduğu şartlar olarak belirlenmiştir. Bu tahmin için Composite Desirability 0.93 olarak bulunmuştur. Tablo 4.3'de görüldüğü üzere tahmin edilen ilk 3 değer arasında ağırlık kaybı bakımından farklılıklar gözlenmemiştir, sadece sıcaklık miktarında minimal değişiklikler gözlemlenerek ağırlık kaybı 0.78 gram bulunmuştur. İkinci hafta kayıplarda 0.78 gramlık ağırlık kaybıyla sıcaklığın 8.24 °C ve % 15 gam konsantrasyonuna sahip ortam en iyi bulunurken üçüncü hafta en iyi ağırlık kaybı için sıcaklık 0.61'e gerileyerek 7.64 °C'ye düştüğü gözlemlenirken gam miktarının değişmediği gözlenmiştir. Composite desirability değerinde 2. Hafta ve 3. Hafta sonuçlarında herhangi bir değişiklik gözlemlenmeyerek 0.93 olarak hesaplanmıştır.

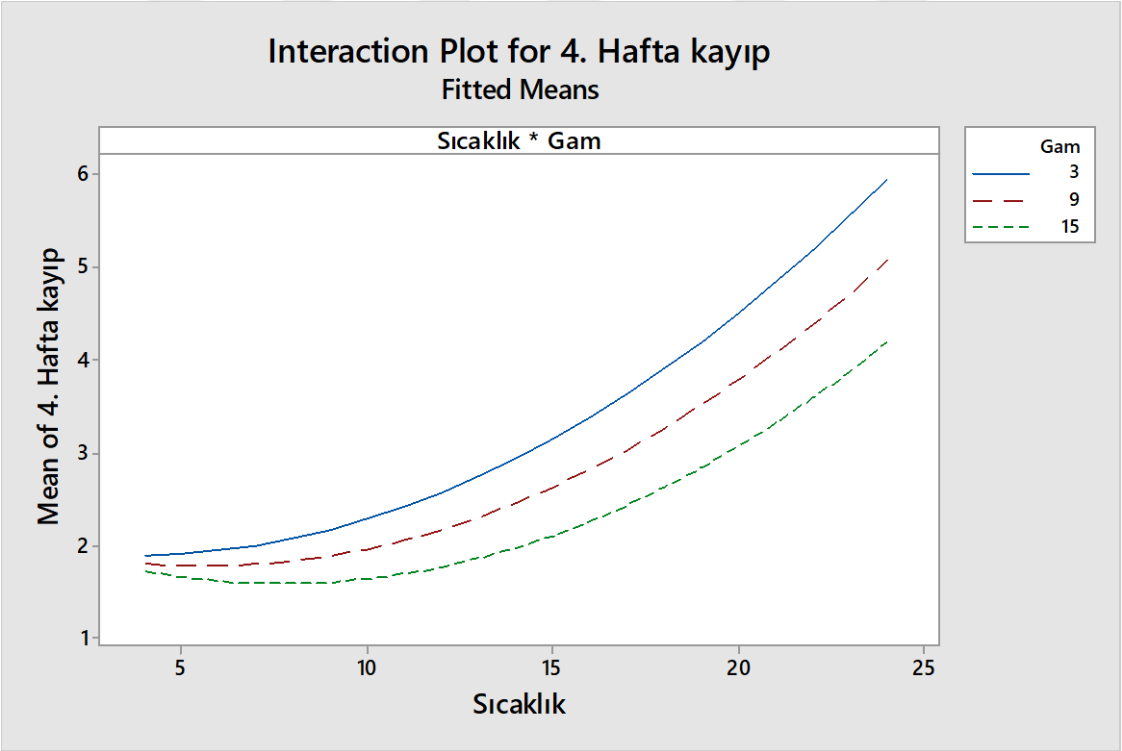
4.4. Dördüncü Hafta Sonunda Oluşan Kayıpların Analiz Sonuçları

Elde edilen verilerin varyans analizi sonucunda sıcaklık faktörünün, gam faktörünün ve Sıcaklık x Gam faktörünün interaksiyonunun etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur (EK-4).

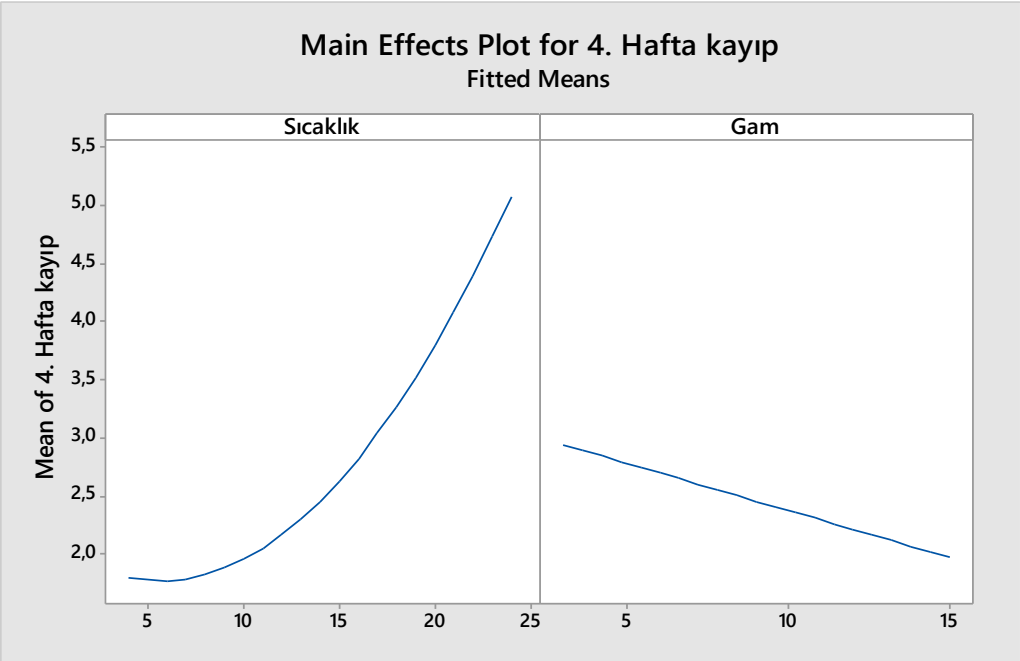
Dördüncü hafta sonuçlarına ait artıkların dağılım grafiği Şekil 4.21 de verilmiştir ve artıkların normal dağılım gösterdiği gözlenmektedir.



Şekil 4.20. Dördüncü hafta sonuçları için dağılım tablosu grafiği

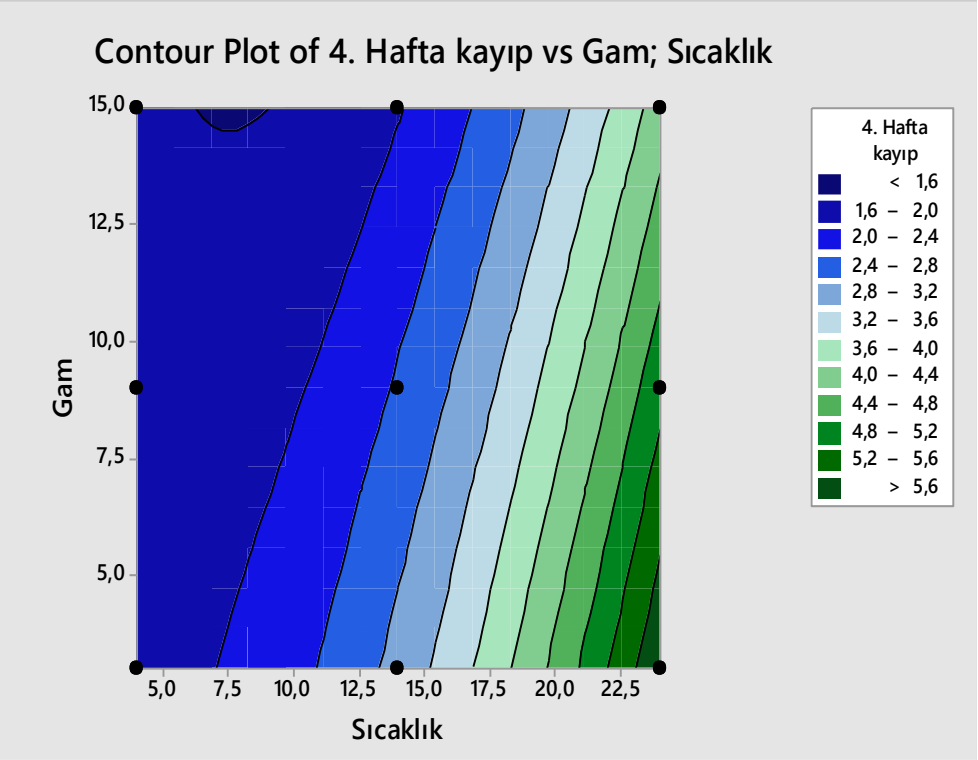


Şekil 4.21. Dördüncü hafta sonuçları için etkileşim grafiği



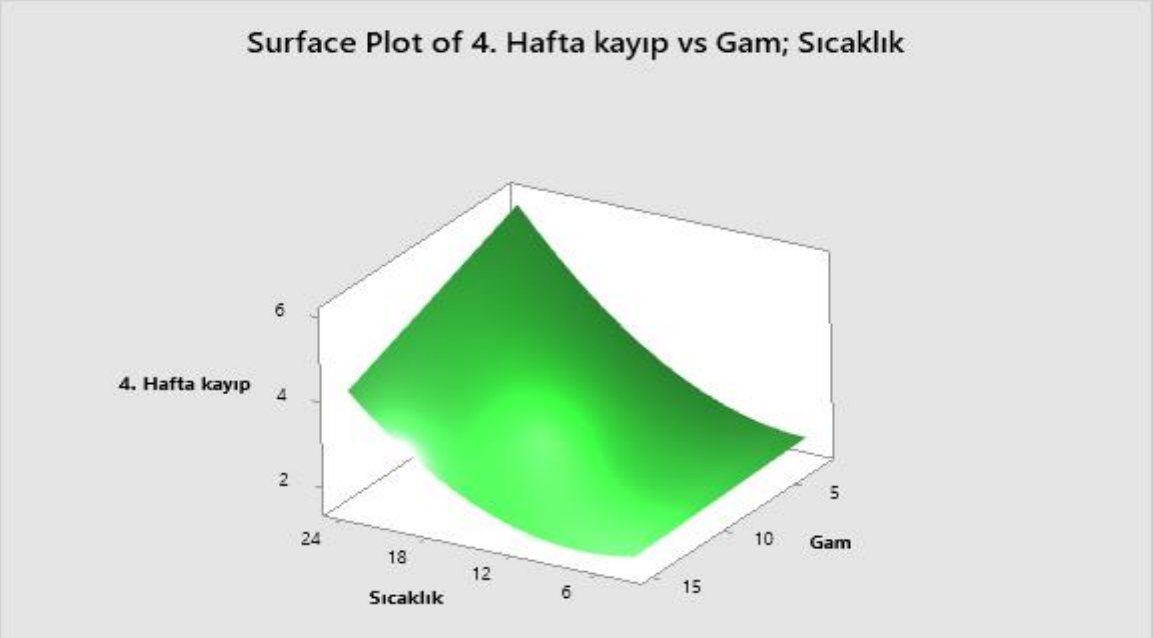
Şekil 4.22. Dördüncü haftanın sonuçları için sıcaklık ve gam miktarının yumurta ağırlık kaybına ayrı ayrı etkilerini gösteren grafik

Şekil 4.21 ve Şekil 4.22 incelendiğinde grafiklerin genel hatlarının üçüncü haftadaki grafiklere benzer bir seyir gösterdiği gözlenmiştir.

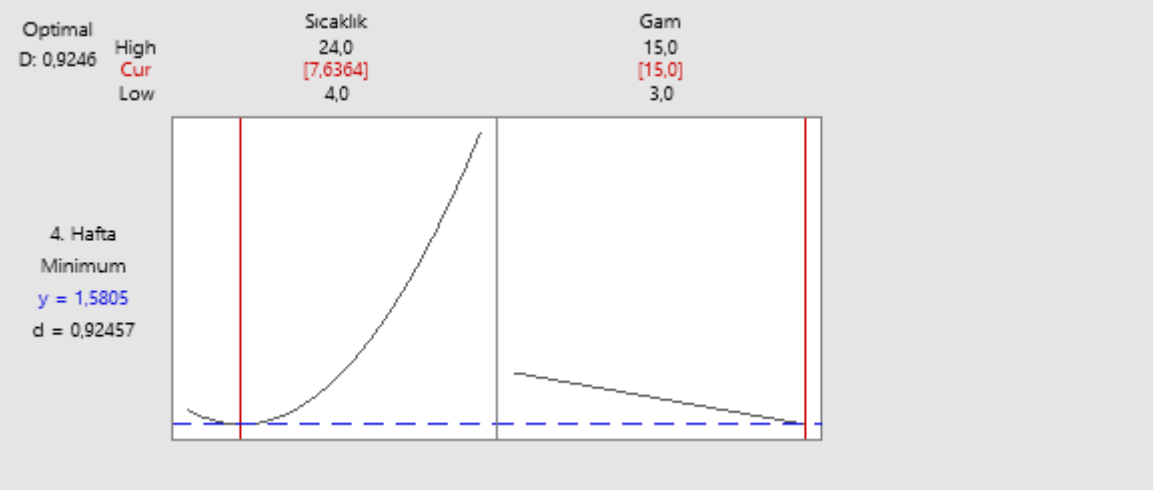


Şekil 4.23. Dördüncü hafta için yumurta ağırlık kaybının kontur grafiği ile gösterimi

Şekil 4.23 incelendiğinde yumurta ağırlık kaybının en iyi olduğu bölge koyu mavi ile gösterilmiştir (<1,6). Bu bölgenin yaklaşık olarak sıcaklığın 7-8 °C olduğu ve gamın yaklaşık olarak % 14-15 olduğu miktarlara denk geldiği görülmektedir. En iyi bölge olan koyu mavi bölgelerin yapısı 3. haftanın sonuçlarında elde edilen grafiğe benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.24. Dördüncü hafta sonuçlarının yüzey grafiği ile gösterimi



Şekil 4.25. Dördüncü hafta sonuçlarının en iyileştirmesini gösteren grafik

Tablo 4.4. Dördüncü Hafta sonuçlarının en iyi 5 tahmini

Sonuçlar	Sıcaklık (°C)	Gam (%)	Kayıp (g)	Composite Desirability
1	7.64	15.00	1.58	0.92
2	8.04	15.00	1.58	0.92
3	4.00	14.12	1.73	0.90
4	11.35	9.89	2.04	0.86
5	12.31	4.54	2.52	0.79

Tablo 4.4. incelendiğinde 4. hafta sonuçları için tahmin edilen en iyi değer 1.58 gramlık ağırlık kaybıyla sıcaklığın 7.64 °C ve % 15 lik gam arabik konsantrasyonunun olduğu şartlar olarak belirlenmiştir. Bu tahmin için Composite Desirability 0.92 olarak bulunmuştur. Burada dikkat çeken nokta 4. hafta sonuçlarıyla 3. hafta sonuçlarının en iyi sıcaklık ve gam konsantrasyonunda bir farklılık gözlenmemiş olup sıcaklığın 7.64 °C ve % 15 gam olarak hesaplanmıştır. Üçüncü hafta ve dördüncü hafta arasındaki ağırlık kaybı miktarı 0.4 gram olarak hesaplanmıştır. Composite desirability değerinde 3. hafta ve 4. hafta sonuçlarında 0.01'lik bir fark gözlenmiştir.

4.5. Dört Hafta Boyunca Oluşan Kayıpların Analiz Sonuçları

Elde edilen verilerin varyans analizi sonucunda sıcaklık faktörünün, gam faktörünün ve Sıcaklık x Gam faktörünün interaksiyonunun etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

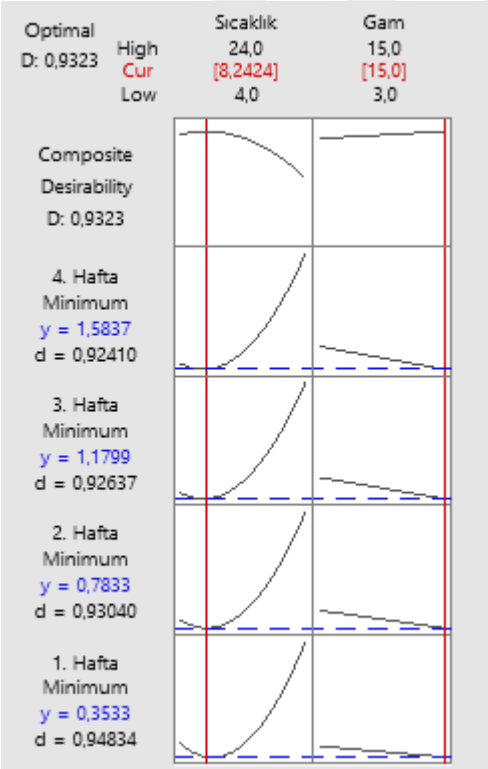
Yürütülen çalışmada sıcaklık veya gam arabik maddesinin faktör seviyelerinin etkisi diğer faktörün seviyelerinden etkilenmektedir. Yani sıcaklık ve gam arabik maddesi arasında interaksiyon vardır ve bu interaksiyon istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Gam arabik maddesi farklı konsantrasyonlarda hazırlanıp yumurtalara uygulanmasından elde edilen bulgular ışığında, gam arabik maddesinin kullanılması yumurta ağırlık kaybına etki ettiği ortaya konulmuştur. Ryu ve ark. (2011) yaptığı benzer bir çalışmada da kaplayıcı madde olarak soya fasulyesi yağını tavsiye etmişlerdir. Gam arabik maddesiyle yapılan yumurta kaplama çalışmaları sınırlı sayıdadır ve bu konuda başka çalışmalar yapılması tavsiye edilmektedir.

4 haftalık tartım periyotları için istenelebilirlik (desirability) sırasıyla 0.95, 0.93, 0.93 ve 0.92 olarak bulunmuştur. En iyi noktaları daha az deney materyali ile tahmin

etmesi ile, denemeye tabi tutulmayan faktör seviyelerinde de yanıt tahmin edebilmesi ve faktörlerin değişen seviyelerine bağlı yeni tahminler yapıp yeni en iyi noktalar belirlemeye elverişli olmasında dolayı YYY'nin kullanılmasının faydalı olduğunu kanısına varılmıştır.

Üç farklı depolama sıcaklığı ve gam arabik konsantrasyonunun kullanıldığı bu araştırmada, depolama sıcaklığı ve gam arabik konsantrasyonlarının depolama süresine bağlı olarak yumurta ağırlık kaybına olan etikleri incelenmiş, depolama sıcaklığının yumurta ağırlık kaybına etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Depolama sıcaklığının artması ile yumurta ağırlık kaybının da arttığı tespit edilmiştir.

Şekil 4.1 de yanıtların aynı anda en iyileştirmeye tabi tutulmasıyla elde edilmiş sonuçları göstermektedir. Tabloda görüldüğü üzere aynı anda 4 hafta için en iyileştirme yapıldığında en iyi sıcaklık 8.2424 °C olarak hesaplanmış, gam maddesinde ise bir değişiklik olmayarak % 15 bulunmuştur. Composite desirability değeri ise 4 haftanın ortalaması olarak 0.9323 bulunmuştur.



Şekil 4.26. Toplu en iyileştirme sonuçlarını gösteren grafik

Bulunan sıcaklık değeri her hafta için ayrı ayrı yapılan en iyileştirme sonuçlarından farklı olmasına rağmen hesaplanan ağılık kayıplarında çok büyük bir farklılık gözükmemektedir.

Tablo 4.5. Toplu en iyileştirme sonuçları için en iyi 3 tahmin.

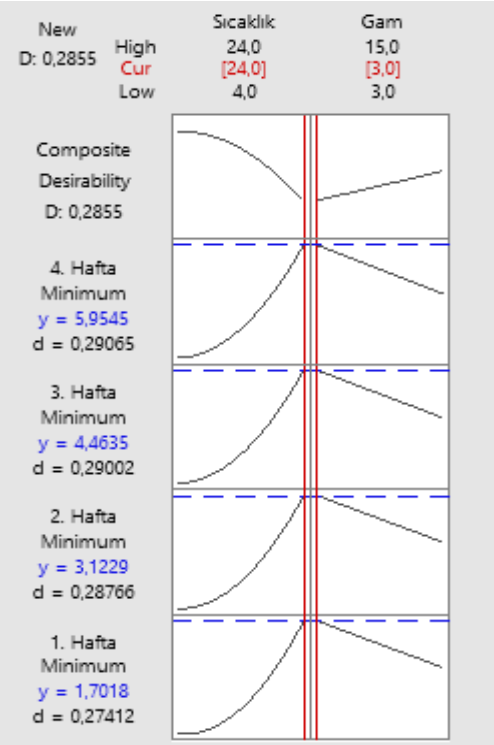
Solution	Sıcaklık (°C)	Gam (%)	4. hafta kayıp (g)	3. hafta kayıp (g)	2. hafta kayıp (g)	1. hafta kayıp (g)	Composite Desirability
1	8.24242	15	1.58368	1.17994	0.783344	0.353317	0.932255
2	9.24925	15	1.60494	1.19569	0.789881	0.350587	0.930594
3	4.35637	1.89272	1.39279	0.911438	0.394868	0.896610	0.896610

Depolamanın ne kadar süreceği bilinmediği durumlarda 4 hafta içinde ortak bir en iyi nokta belirlenmesiyle ilerde depolama süresinde oluşabilecek herhangi bir değişiklikte yumurtaların her hafta için en iyi ağırlık kaybıyla depolanması işletmenin yararına olacaktır.

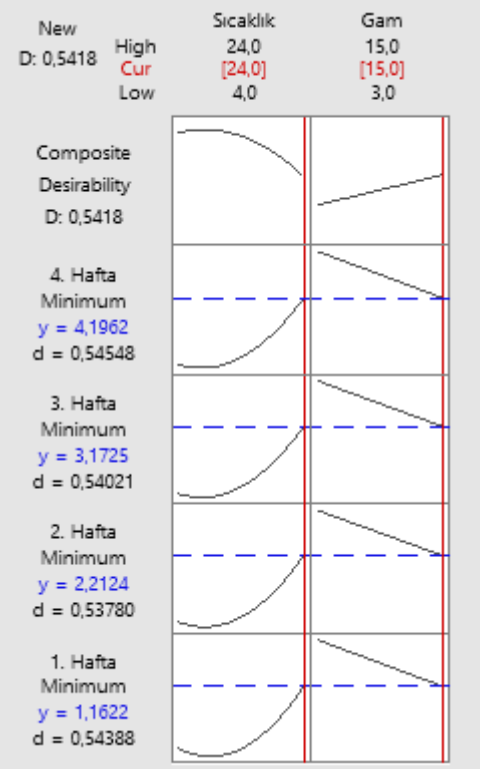
4.6. Yanıt Yüzey Yönteminin Uyarlanabilirliği

YYY ile en iyileştirme yapılmış olup her hafta sonuçları için ayrı ayrı ve toplu şekilde en iyi noktalar tespit edilip, yöntemin uygulanabilirliğine örnekler vermek açısından değişkenlerin farklı seviyelerine en iyileştirme yapılarak sonuçlar incelenmiş ve konunun daha iyi anlaşılması sağlanmaya çalışılmıştır.

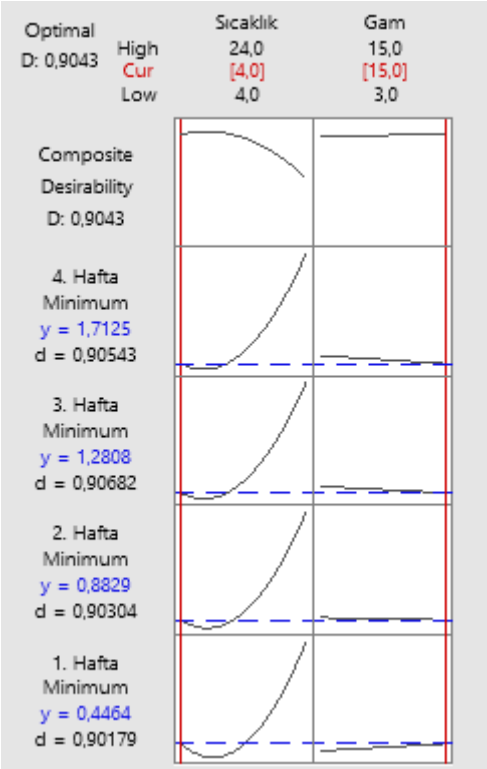
Şekil 4.27 ve 4.28'de sıcaklığın 24 °C olduğu durumda gam arabik maddesi seviyelerinin yanıta etkisinin gösterimi verilmiştir.



Şekil 4.27 24 °C sıcaklık ve % 3 gam konsantrasyonu tahminlerini gösteren grafik



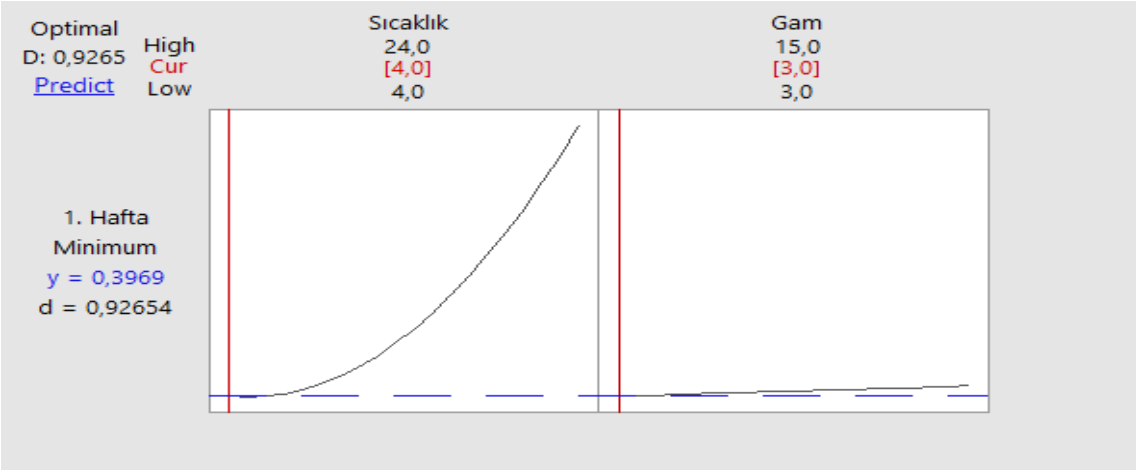
Şekil 4.28. 24 °C sıcaklık ve % 15 gam konsantrasyonunu tahminlerini gösteren grafik



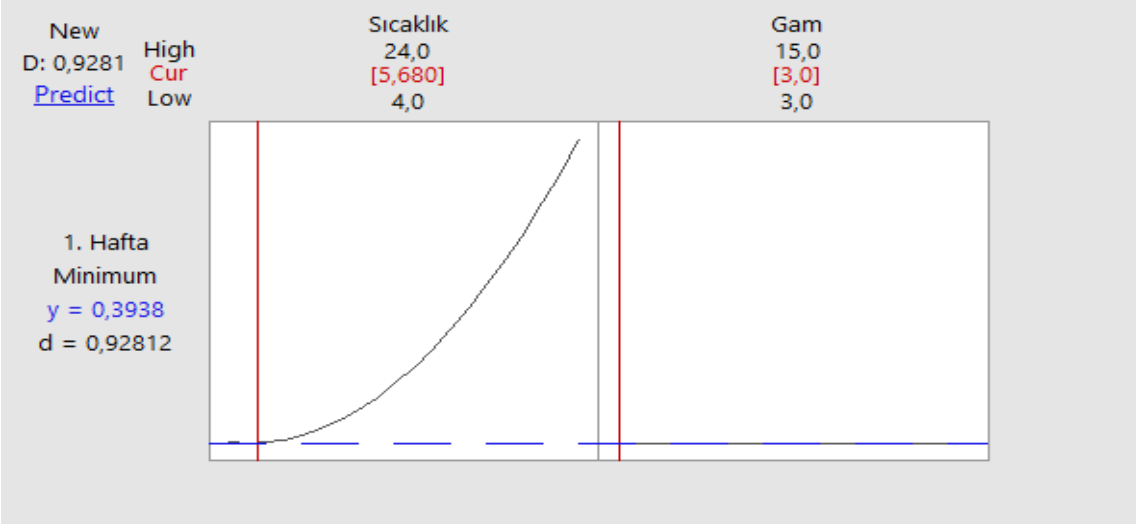
Şekil 4.29. 4 °C sıcaklık için en iyi noktalar

Şekil 4.29 incelendiğinde sıcaklığın 4 °C alındığı durum için gam maddesi miktarının yanıta etkisi gösterilmiştir. 4. ve 3. hafta sonuçlarında gam miktarını artırmak ağırlık kaybını azaltıyorken 2. Haftada gamın etkisinin çok azaldığı gözlemlenmiştir. 1. hafta sonucunda ise sıcaklık 4 °C' de iken gam maddesi miktarını artırmanın ağırlık kaybını artırdığı gözlenmiştir. Bu durum Şekil 4.30'de daha belirgin bir şekilde gözlenmektedir. Yani sıcaklığın 4 °C olduğu durumda gam maddesini arttırmak fayda değil zarar vermektedir.

İkinci haftanın depolama sonuçlarında Sıcaklığın 4 °C gam maddesinin % 3 olduğu durumda ağırlık kaybı 0.9124 g olarak hesaplanmış, en iyi nokta olan sıcaklığın 4 °C gam maddesinin % 15 olduğu durumdan daha yüksektir ve aradaki fark 0.0295'tir. Bu aradaki fark 3. Hafta için 0.111 ve 4. Hafta için 1.1783 olarak hesaplanmıştır. Yani sıcaklık 4 °C'de iken ilk ölçümden sonraki ölçümlerde gam maddesinin miktarının arttırılması ağırlık kaybını daha da fazla etkilemekte olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.30. 4 °C sıcaklık için en iyi noktalar



Şekil 4.31. % 3 gam için en iyi noktalar

Şekil 4.31 incelendiğinde 1. hafta sonuçları için sıcaklığın 5.680 olduğu durumda gam maddesi miktarının ağırlık kaybına etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Sıcaklığı 5.680 noktasına kadar gam maddesi miktarını artırmak ağırlık kaybını olumsuz etkilerken sıcaklık 5.680'den yükseldikçe gam maddesi miktarını artırmak ağırlık kaybını azaltmaktadır. 5.680 değeri bir dönüm noktası olmuştur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu araştırmada; farklı depolama sıcaklıklarında (4 °C, 14 °C ve 24 °C) ve gam arabik konsantrasyonlarında (% 3, % 9, % 15) depolanan tavuk yumurtalarının başlangıç ağırlıkları ölçüldükten sonra, 1, 2, 3 ve 4 hafta depolandıktan ve ağırlıkları ölçüldükten sonra başlangıçtaki ağırlıklarıyla depolamadan sonraki ağırlıkları karşılaştırılarak depolama sürecinde oluşan ağırlık kaybı araştırılmıştır. Bu amaçla ağırlık kaybını mümkün olan en az miktara indirebilmek için ve araştırmanın en iyileştirmesini yapmak üzere YYY'nin Face-Central Composite Dizaynı esas alınmıştır. Kullanılan gam arabik maddesi maliyetinin düşük olması, kolay temin edilebilir ve uygulamasının kolay olması nedeniyle de kaplayıcı madde olarak kullanılması tavsiye edilmektedir.

Araştırma sonucunda her hafta için ayrı ayrı elde edilen en iyileştirme sonucunda minimum ağırlık kaybı birinci hafta için 0.35 g, en iyi noktayı sağlayan koşullar ise sıcaklığın yaklaşık 9.05 °C ve gamın yaklaşık % 5 olduğu durum olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç için birleşik istenebilirlik 0.95 olarak hesaplanmıştır.

İkinci hafta için en iyi ağırlık kaybı 0.78 g olarak tahmin edilmiştir ve bu durumu sağlayan koşullar sıcaklığın yaklaşık 8.24 °C ve gamın % 15 olduğu durum olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç için birleşik istenebilirlik 0.93 olarak hesaplanmıştır.

Üçüncü hafta için en iyi ağırlık kaybı 1.18 g olarak tahmin edilmiştir ve bu durumu sağlayan koşullar sıcaklığın yaklaşık 7.64 °C ve gamın % 15 olduğu durum olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç için birleşik istenebilirlik 0.93 olarak hesaplanmıştır.

Dördüncü hafta için en iyi ağırlık kaybı 1.58 g olarak tahmin edilmiştir ve bu durumu sağlayan koşullar sıcaklığın yaklaşık 7.64 °C ve gamın % 15 olduğu durum olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç için birleşik istenebilirlik 0.92 olarak hesaplanmıştır.

Bütün ölçümlere birden tek seferde en iyileştirme yapıldığında en iyi sıcaklık 8.2424 °C hesaplanırken, gam % 15 hesaplanmıştır. Tahmin edilen ağırlık kayıpları sırası ile birinci hafta için 0.3533 g, ikinci hafta için 0.7833 g, üçüncü hafta için 1.1799 g ve dördüncü hafta için 1.5837 g olarak belirlenmiş olup bu değerler her hafta için ayrı ayrı yapılan tahminlerle hemen hemen aynıdır.

Depolama sürecinde uygulanan sıcaklık ve gam maddesi miktarları birbirlerinin farklı seviyelerinden etkilenmekte olduğu ve yanıtın değiştiği gözlenmiştir. Örneğin analiz sonucuna göre 1 haftalık depolama sonucunda gam maddesinin olumlu etkisi sıcaklığın yaklaşık 5.68 °C'nin yukarısında olduğu durumlarda gözlenmiştir, sıcaklığın bu miktardan düşük olduğu durumlarda ise gam arabik maddesi miktarı arttıkça yumurta ağırlık kaybının da artacağı gözlenmiştir. 1 hafta veya daha kısa süre depolanacak yumurtalarda muhafaza koşulları 4 °C civarında olacak ise yumurtalara, maliyeti artıracağı ve herhangi bir fayda sağlamayacağı için gam arabik maddesi uygulaması tavsiye edilmemektedir. Ancak muhafaza sıcaklığının 5-6 °C den yukarıda olacağı durumlarda yumurtaların gam arabik maddesiyle kaplanması tavsiye edilmektedir. Depolamanın 1 haftadan daha uzun süreceği planlanan durumlarda ise kaplama maddesi olarak gam arabik maddesi kullanılması tavsiye edilmektedir. Yürütülen çalışmada gam arabik maddesinin en iyi noktası en yüksek faktör seviyesi olan % 15'lik konsantrasyon olarak öngörülmüştür. Bu seviyenin üstündeki durumlarda karşılaşılacak kayıplar ve gam arabik maddesinin etkisini görebilmek için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Yumurtalar 28 gün boyunca depolandığı zaman, sıcaklık faktörü için en iyi nokta en düşük seviye olan 4 °C yerine denemede ele alınmayan bir ara doz olan 8.24 °C olarak hesaplanmıştır. Bulunan sıcaklık değeri her hafta için ayrı ayrı yapılan en iyileştirme sonuçlarından farklı olmasına rağmen hesaplanan ağılık kayıplarında çok büyük bir farklılık gözükmemektedir. Bu sonuçlar, YYY ile elde edilen tahminler ile bu koşullar sağlandıktan sonra yürütülecek ileri bir çalışma ile en iyi noktaların doğruluğu ortaya konulabilir.

YYY'ne göre bu koşullar sağlandığında tahmin edilen minimum ağırlık kaybı 1.58 g olarak hesaplanmıştır. Ortalama 65 g olan bir yumurta 4 hafta depolama sonucunda oluşan kayıpla birlikte yumurtanın son ağırlığı ortalama 63.42 g olacaktır. Depolama koşulu olarak sıcaklığın 4 °C ve gamın % 15 olduğu koşul incelenirse elde edilen değer 0.90 istenebilirlik derecesi ile 1.71 g olarak tahmin edilmiştir. YYY ile optimize edilen değerin hem istenebilirlik derecesi hem de ağırlık kaybı daha azdır. Bu sonuçlara bakıldığında pratikte ortalama 65 g bir yumurta en iyi koşullarda muhafaza edildiğinde Türk Gıda Kodeksi Yumurta Tebliği (Ek-5)'de yayınlanan A sınıfı yumurtanın kalite özelliklerini değiştirmeyeceği ön görülmektedir. Depolama koşullarının 24 °C ve % 3 gam olduğu durumda ise ağırlık kaybı 5.95 g olarak tahmin

edilmiştir. Bu durumda ortalama 65 g bir yumurta 59.05 g'a düşerek kalite sınıflandırılmasında değişme yaşanacaktır. Dolayısı ile en iyi muhafaza koşullarının belirlenmesi hem tüketici hem de üretici açısından dikkat edilmesi gereken önemli bir husustur.

Depolamanın ne kadar süreceği bilinmediği durumlarda 4 hafta içinde ortak bir en iyi nokta belirlenmesiyle ilerde depolama süresinde oluşabilecek herhangi bir değişiklikte yumurtaların her hafta için en iyi depolama şartlarında depolanması işletmenin yararına olacaktır.

5.2. Öneriler

Bu çalışmada YYY'nin en önemli avantajlarından birisi olan, en iyi noktanın belirlenmesinde faktörlerin deneme yürütülürken ele alınmayan ara seviyelerinin de analizde kullanılması ve en iyileştirme yapılması incelenmiştir. Normalde denemede olmayan ara seviyelerin de tahmine dahil edilmesi ile diğer deneme desenleriyle elde edilemeyecek en iyi noktalar tahmin edilebilir. Diğer deneme desenlerine göre daha fazla faktör seviyesi ele alındığı için yürütülecek deneme sayısı azalabilir dolayısı ile maliyet ve zamandan tasarruf sağlanabileceği düşünülmektedir. YYY sayesinde zaman, sıcaklık ve gam arabik maddesi gibi faktörlerin hem yanıta etkisi hem de birbirleri arasında olan etkileşimin çeşitli grafikler ve tablolar yardımıyla daha kolay irdelenebilir olduğu ve yeni düzenlemeler yapmaya imkân verdiği düşünülmektedir. Yürütülen çalışma sonucunda, Roush ve ark. (1979)'nın elde ettiği sonuçlara benzer yaklaşımlar tavsiye edilmektedir

Faktör seviyelerinin çok hassas olduğu ve yanıta etkisi olan birden çok değişkenin bir arada incelenmesine imkân sağladığından başta gıda mühendisliği, kimya mühendisliği ve endüstri mühendisliği gibi hassas en iyileştirme gerektiren alanlarda sıklıkla kullanılmakta olup Zootekni alanında ise bu konu hakkında yapılan çalışma sınırlı sayıdadır. Bu sektörlerde yapılacak en ufak hesaplama hatalarının maliyeti çok büyük olabilir. Rasyonda yapılacak hatalar hayvan kayıplarına kadar giderken gıda ve inşaat sektöründe yapılacak hatalar ise insan hayatına kadar uzana maddi ve can kayıplarına sebep olabilmektedir. Bu gibi riskli sektörlerde yapılacak çalışmaların büyük bir titizlikle ve mümkün olan en yüksek verimle yürütülmesi gerekmektedir. En iyiyi elde edinceye kadar yürütülen deneyler ise maliyeti ve sonucu etkileyen en önemli etmendir.

Hayvancılık alanında hassas hesaplama gerektiren kanatlı ve süt sığırı rasyonları hazırlanırken YYY kullanılarak daha az sayıda deney materyaliyle daha en iyileştirilmiş bir yem karması hazırlanarak hayvanlardan mümkün olan en yüksek verimi elde etmek mümkün olabilir. Yine hayvancılık alanında soğuk hava depolama koşullarının en iyileştirilmesinde ve ilaç sanayi gibi sektörlerde faktörlerin eş zamanlı değerlendirilip önemsiz faktörlerin belirlenmesi ve çıkarılmasına da imkân sağlar ve çeşitli grafikler yardımıyla sonuçların irdelenmesine de katkı sağlamaktadır.

Bütün bu faktörler göz önüne alındığında YYY deney maliyetlerinin çok yüksek olduğu ve deney sürelerinin uzun zaman aldığı durumlarda, yanıtı etkileyen birden fazla faktörün aynı anda incelenmesi gerektiği durumlarda ve az sayıda deneysel materyal ile çalışılması gerektiği durumlarda kullanılması tavsiye edilmektedir.

KAYNAKLAR

Ahmadi, H. ve Golian, A., 2011, Response surface and neural network models for performance of broiler chicks fed diets varying in digestible protein and critical amino acids from 11 to 17 days of age, *Poultry Science*, 90 (9), 2085-2096.

Akay, U., 2013, Tekstil endüstrisindeki atıksulardan renk ve KOİ gideriminin yanıt yüzey yöntemi ile eniyilenmesi, *ESOGÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Anonymous, 2018, Response surface methodology, Wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/Response_surface_methodology: [20.06.2020].

Anonymous, 2020, NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods, https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pri/section3/pri3361.htm [20.06.2020].

Banga, J. R., Balsa-Canto, E., Moles, C. G. ve Alonso, A. A., 2003, Improving food processing using modern optimization methods, *Trends in Food Science & Technology*, 14 (4), 131-144.

Bellali, F., Kharroubi, M., Lahlou, F., Lotfi, M., Radi, Y. ve Bourhim, N., 2013, Response surface methodology optimization of deproteinization from sardine (Sardina pilchardus) scale of moroccan coast, *International Journal of Biotechnology*, 2 (11), 182-192.

Box, G. E. ve Hunter, J. S., 1957, Multi-factor experimental designs for exploring response surfaces, *The Annals of Mathematical Statistics*, 28 (1), 195-241.

Box, G. E. ve Draper, N. R., 1987, Empirical model-building and response surfaces, Wiley New York, p.

Box, G. E. ve Wilson, K. B., 1992, On the experimental attainment of optimum conditions, In: Breakthroughs in statistics, Eds: Springer, p. 270-310.

Brereton, R. G., 2003, Chemometrics: data analysis for the laboratory and chemical plant, John Wiley & Sons, p.

Dündar, A., 2011, Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilen köftelerde heterosiklik aromatik aminlerin oluşumunun sınırlandırılmasında optimum tuz, askorbik asit ve yağ kullanım seviyelerinin yanıt yüzey yöntemi ile belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

FAOSTAT, 2013, Türkiye'de kişi başına düşen yıllık ortalama yumurta tüketim miktarı, http://www.fao.org/faostat/en/#data/CL: [20.06.2020].

Faria Filho, D., Rosa, P., Torres, K., Macari, M. ve Furlan, R. L., 2008, Response surface models to predict broiler performance and applications for economic analysis, *Brazilian Journal of Poultry Science*, 10 (2), 139-141.

Franci, O., Antongiovanni, M., Acciaioli, A., Bruni, R. ve Martini, A., 1997, Response surface analyses of the associative effects of lucerne hay, wheat straw and maize gluten feed on growing lambs, *Animal Feed Science and Technology*, 67 (4), 279-290.

Gisela, G., Leonardo, A. E., Lucia, P., Rodrigo, V., Eduard, G. ve Angeles, C. M., 2014, Enhacement of the viability of Lactobacillus plantarum during the preservation and storage process based on the response surface methodology, *Food and Nutrition Sciences*, 5 (18), 1746.

Gürel, B., 2018, Yeni bir ürün: tavuk rulo üretiminin yanıt yüzey yöntemiyle (RSM) optimizasyonu, *Manisa Celal Bayar Üniversitesi*

Khoramnia, A., Abdullah, N., Liew, S. L., Sieo, C. C., Ramasamy, K. ve Ho, Y. W., 2011, Enhancement of viability of a probiotic Lactobacillus strain for poultry during freeze-drying and storage using the response surface methodology, *Animal science journal*, 82 (1), 127-135.

Koç, B. ve Kaymak-Ertekin, F., 2010, Yanıt Yüzey Yöntemi veGıda İşleme Uygulamaları, *Gıda*, 35 (1), 1-8.

Minitab, 2018, Minitab 18 Support [Internet].

Mitchell, T. J. ve Morris, M. D., 1992, The spatial correlation function approach to response surface estimation, *Proceedings of the 24th conference on Winter simulation*, 565-571.

Montgomery, 2001, Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments, John Wiley & Sons, p.

Namdev, V., Singh, A. K., Patidar, P. ve Pradhan, M., 2014, Multi-criteria Decision Making for the Optimization of Machining Process Parameters in EDM.

Roush, W., Petersen, R. G. ve Arscott, G. H., 1979, An application of response surface methodology to research in poultry nutrition, *Poultry Science*, 58 (6), 1504-1513.

Ryu, K. N., No, H. K. ve Prinyawiwatkul, W., 2011, Internal quality and shelf life of eggs coated with oils from different sources, *Journal of food science*, 76 (5), S325-S329.

Saguy, I., Mishkin, M. A., Karel, M. ve Teixeira, A. A., 1984, Optimization methods and available software. Part 1, *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 20 (4), 275-299.

Sanders, A. M., Edwards Jr, H. M. ve Rowland III, G. N., 1992, Calcium and phosphorus requirements of the very young turkey as determined by response surface analysis, *British journal of nutrition*, 67 (3), 421-435.

Sönmez, F., Başak, H. ve Baday, Ş., 2016, HADDELEME İŞLEMİNİN YÜZEY YANIT YÖNTEMİ İLE ANALİZİ, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 4 (4), 275-283.

Sürmelioğlu, Ç., 2019, ZnNiMo Alaşım Kaplanmış Bakır Yüzeyine Sentezlenen Polipirol ve Poli(N-Metilpirol) Homopolimer Filmlerin Sentez Koşullarının Yanıt Yüzey Yöntemi ile Optimizasyonu, *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi*, YÖK Tez.

Şakıyan, Ö., 2015, Optimization of formulation of soy-cakes baked in infrared-microwave combination oven by response surface methodology, *Journal of food science and technology*, 52 (5), 2910-2917.

Teja, B. S. ve Muneiah, T., 2018, Mechanical Characterization, Influence of Process Parameters and Magnetic Field on Machining Characteristics of Al/Cu Metal Matrix Composites in EDM, *İnternational Journal of Scientific Engineering and Technology Research*, 1832-1836.

Torrico, D. D., No, H. K., Prinyawiwatkul, W., Janes, M., Corredor, J. A. ve Osorio, L. F., 2011, Mineral oil–chitosan emulsion coatings affect quality and shelf-life of coated eggs during refrigerated and room temperature storage, *Journal of food science*, 76 (4), S262-S268.

Toyomizu, M., Matsukubo, M., Hayashi, K. ve Tomita, Y., 1991, Response surface analyses of the effects of dietary fat on feeding and growth pattern in mice from weaning to maturity, *Animal Science*, 52 (1), 207-214.

Turan, M. D. ve Altundoğan, H. S., 2011, Hİdrometalurjİk araştirmalarda yanit yüzey yöntemlerinİn (yyy) kullanimi, *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 50 (3), 11-23.

Türken, T. ve Tuba, P., 2016, Vişne Suyunun Antioksidan Aktivite Değerinin Yanıt Yüzey Metodu İle Modellenmesi Ve Genetik Algoritma Kullanılarak Optimizasyonu, *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 3 (2).

Yılmaz, M. T., 2002, Nitrit, glukono delta lakton ve askorbik asidin sucuğun bazı özellikleri üzerindeki etkisinin yanıt yüzeyi yöntemi ile modellenmesi,, *Yüzüncüyıl Üniversitesi*.

EKLER

EK-1

1. Hafta yumurta ağırlık kaybına ait varyans analizi

Analysis of Variance					
Source	**DF**	**Adj SS**	**Adj MS**	**F-Value**	**P-Value**
Model	4	21.4167	5.3542	197.64	0.000
Linear	2	16.2120	8.1060	299.22	0.000
Sıcaklık	1	15.3116	15.3116	565.20	0.000
Gam	1	0.9004	0.9004	33.24	0.000
Square	1	4.3374	4.3374	160.11	0.000
Sıcaklık & Sıcaklık	1	4.3374	4.3374	160.11	0.000
2-Way Interaction	1	0.8673	0.8673	32.02	0.000
Sıcaklık & Gam	1	0.8673	0.8673	32.02	0.000
Error	125	3.3863	0.0271		
Lack of Fit	4	0.4460	0.1115	4.59	0.002
Pure Error	121	2.9403	0.0243		
Total	129	24.8030			

EK-2

2. Hafta yumurta ağırlık kaybına ait varyans analizi

Analysis of Variance					
Source	**DF**	**Adj SS**	**Adj MS**	**F-Value**	**P-Value**
Model	4	62.774	15.6935	147.28	0.000
Linear	2	50.307	25.1535	236.06	0.000
Sıcaklık	1	46.993	46.9935	441.02	0.000
Gam	1	3.313	3.3135	31.10	0.000
Square	1	10.527	10.5266	98.79	0.000
Sıcaklık & Sıcaklık	1	10.527	10.5266	98.79	0.000
2-Way Interaction	1	1.940	1.9404	18.21	0.000
Sıcaklık & Gam	1	1.940	1.9404	18.21	0.000
Error	125	13.320	0.1066		
Lack of Fit	4	1.449	0.3622	3.69	0.007
Pure Error	121	11.871	0.0981		
Total	129	76.094			

EK-3

3. Hafta yumurta ağırlık kaybına ait varyans analizi

Analysis of Variance					
Source	**DF**	**Adj SS**	**Adj MS**	**F-Value**	**P-Value**
Model	4	121.462	30.3654	144.92	0.000
Linear	2	99.751	49.8755	238.03	0.000
Sıcaklık	1	92.380	92.3800	440.88	0.000
Gam	1	7.371	7.3710	35.18	0.000
Square	1	18.230	18.2297	87.00	0.000
Sıcaklık & Sıcaklık	1	18.230	18.2297	87.00	0.000
2-Way Interaction	1	3.481	3.4810	16.61	0.000
Sıcaklık & Gam	1	3.481	3.4810	16.61	0.000
Error	125	26.192	0.2095		
Lack of Fit	4	2.845	0.7113	3.69	0.007
Pure Error	121	23.347	0.1929		
Total	129	147.654			

EK-4

4. Hafta yumurta ağırlık kaybına ait varyans analizi

Analysis of Variance					
Source	**DF**	**Adj SS**	**Adj MS**	**F-Value**	**P-Value**
Model	4	212.138	53.034	134.26	0.000
Linear	2	174.818	87.409	221.28	0.000
Sıcaklık	1	160.753	160.753	406.96	0.000
Gam	1	14.065	14.065	35.61	0.000
Square	1	31.078	31.078	78.68	0.000
Sıcaklık & Sıcaklık	1	31.078	31.078	78.68	0.000
2-Way Interaction	1	6.241	6.241	15.80	0.000
Sıcaklık & Gam	1	6.241	6.241	15.80	0.000
Error	125	49.377	0.395		
Lack of Fit	4	5.574	1.394	3.85	0.006
Pure Error	121	43.802	0.362		
Total	129	261.514			

Ek–5

A Sınıfı Yumurtanın Ağırlık Sınıfları

Ağırlık Sınıfı	**Ağırlık**
XL – Çok Büyük	≥73 g
L - Büyük	≥63 – <73 g
M - Orta	≥ 53 – <63 g
S - Küçük	<53 g

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Can YAVUZ

Uyruğu : T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi : Alanya 26/01/1994

Telefon : 0 535 715 9418

Faks :

e-mail : Agri.canyavuz@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	Fatih Anadolu Lisesi AFYON	08/06/2012
Üniversite	:	Selçuk Üni. Ziraat Fak. Zootekni Böl. KONYA	09/06/2017
Yüksek Lisans	:		
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
1	**Laranda Tarım Hayvancılık Gıda Sanayı Ticaret A.Ş**	**Ziraat Müh.**

YABANCI DİLLER İngilizce YDS 75, YÖKDİL 85