

Birinci Derece Faktoriyel Denemelerde Verimlilik İçin Optimum Noktaların Belirlenmesi: Bir Uygulama

Productivity in the First Degree for the Optimum Point Determination of Factorial Trials: An Application

Hülya BAYRAK,^a
Berrin ÖZKAYA,^b
Mustafa Ağah TEKİNDAL^a

^aİstatistik Bölümü,
Gazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi,
^bGıda Mühendisliği Bölümü,
Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi,
Ankara

Geliş Tarihi/Received: 09.06.2009
Kabul Tarihi/Accepted: 08.12.2009

Yazışma Adresi/Correspondence:
Mustafa Ağah TEKİNDAL
Gazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi,
İstatistik Bölümü, Ankara,
TÜRKİYE/TURKEY
mustafaagahtekindal@yahoo.com.tr

ÖZET Amaç: Dene düzenleme yöntemleri bilimsel araştırmalarda ve sağlık alanında bir çok farklı amaçla kullanıldığı bilinmektedir. Bütün deneme düzenlerinde temel amaç üzerinde durulan yanıt değişkenine etkisi olabileceği düşünülen faktörlerin dikkate alınması ve böylelikle denemenin hatasının minimuma indirilmesidir. İnsan temel gıdası olan ekme, uygun malzeme kullanılarak uygun koşullarda ürettiği takdirde sağlıklı insan üzerine hiçbir olumsuz etkisi olamaz. Ancak uygun olmayan hammadde miktarlarının kullanılması durumunda örneğin kepek miktarı, maya miktarı veya diğer katkıların miktarlarının optimum olmaması halinde üretilen ekmeğin fitik asit miktarına etkilerini optimum düzeyde seçmek için yanıt yüzeyi metodunun CDD(Merkezi Bileşik) deneme düzeni ile açıklanmaya çalışılmıştır. **Gereç ve Yöntemler:** Birinci derece faktoriyel denemelerde amaç bağımlı değişken için bağımsız değişkenlerdeki optimum düzey yada düzeyleri belirlemektir. Birinci derece yanıt yüzey modellerinin uygulaması ve sonuçlarının yorumlanması için yanıt yüzeyi yönteminin 3^d CDD (Merkezi Bileşik) deneme düzeninde tek replikasyonlu bir denemeden toplanmıştır. **Bulgular:** Ekme yapımı sırasında fitik asit miktarına etkili olabilecek faktörler arasında etkileşimler ile, bu faktörlerin fitik asit miktarına nederece etkili oldukları yanıt yüzeyi metodu kullanılarak en uygun model araştırılmıştır. Veriler birinci derece yanıt yüzeyi modeli için hesaplandığı zaman R^2 (Düzeltilmiş) = %90,0 olduğu görülmüş, regresyon denkleminin %90 oranında değişkenleri açıkladığını gösterdiği anlaşılmıştır. **Sonuç:** CDD (Merkezi Bileşik) deneme düzeninde kepek miktarının fitik asit üzerinde temel etkiye sahip olduğu, fermentasyon süresinin ve maya miktarının tek başına yada herhangi bir etkileşimle fitik asit miktarı üzerinde etkili olmadığı görülmüştür. Bu durumda nitelikli ekme üretimi yaparken, kepek miktarını optimum düzeyde kullanmak gelecekte oluşabilecek birtakım hastalıkların önüne geçilebileceği sonucunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Dene dizaynı; model, teorik (yanıt yüzeyi metodu), central compozite dizayn, en dik artış/azalış

ABSTRACT Objective: Experimental methods in scientific research and health regulations in the area is known to be a very different purpose. The main purpose of the experiment focuses on the layout of all the responses to the effects of variables thought to be the factors to be taken into account and thus the experiment is to minimize error. People with basic food of bread, using the proper materials are being produced under fair conditions, if any negative effects on healthy people can not. However, in the case of improper use of raw materials such as the amount of the amount of bran, yeast quantity or the quantity of other additives in the absence of optimum health threat bread is produced. In this application involved the amount of bran, yeast bread, the amount and duration of fermentation impact on the amount of phytic acid response surface method to select the optimum level of the CDD (Central Composite) are tried to explain the experiment with the layout. **Material and Methods:** Dependent variable in the goal for first-degree factorial experiment argument is to determine the optimum level or levels. Implementation and results of first-order response surface model for interpretation of the response surface method 3^d CDD (Central Composite) trial scheme has been collected from a single replication give it a try. **Results:** Bread making may be effective during the slip on the amount of acid by the interaction between factors, to what extent these factors influence the amount of slip acid method by using the response surface has been investigated the most appropriate model. Data for first-degree response surface model is calculated when R^2 (Adjusted) = 90.0% that was seen, at a rate of 90% of the regression equations indicate that the variable is understood to disclose. **Conclusion:** CDD (Central Composite) experiment the amount of bran in order to have a fundamental impact on the phytic acid, and yeast fermentasyon amount of time alone or with any interaction on the amount of phytic acid was not effective. In this case, the production quality when making bread, bran to use optimally the amount that may occur in the future to prevent some diseases could be the result shows.

Key Words: Research design; models, theoretical(response surface model), central compozite design, steepest ascent/descent

Faktöriyel denemeler, bütün araştırma alanlarında uygulanabilmekle beraber, biyoloji özellikle sağlık uygulaması yaygındır. Çünkü sağlık olayları birden çok faktörün etkisi altındadır. Bu nedenle, gerçeğe daha çok yaklaşmak için herhangi bir sağlık olayında etkileri birlikte incelemek gerekir. Faktöriyel denemelerde birden çok faktörün değişik düzeyleri, aynı anda incelenmekte ve bir faktörün durumu, diğer faktör veya faktörlerin değişik düzeylerinde ele alınabilmektedir.

Denenen kombinasyonlardan hiç birisi en iyisi olmayabilir. Başka bir deyişle en yüksek verimi sağlayan kombinasyon denenenlerin arasında veya dışında bulunabilir. Bu nedenle faktöriyel denemelerde, çok sayıda faktör kombinasyonuna ihtiyaç vardır. Ancak böyle denemeler yapmak pahalı olduğu gibi, çok da zaman alır. Ayrıca faktör sayısı arttıkça tüm kombinasyonların denenebilmesi için gerekli olan homojen deneme materyalini bulmak da zorlaşır. Bu nedenle en uygun faktör kombinasyonunu bulmak için bütün kombinasyonları içeren denemelerin yürütülmesini gerektirmeyen istatistik yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler temelde, daha önce yapılan çalışmalardan veya benzer denemelerden yararlanarak nispeten sınırlı bir deneme alanı tasarlamak ve yalnız bu alandaki noktaları belirleyecek kombinasyonlarla ilk denemeyi yürütmektedir. Bu deneme sonuçlarından ilk önce en yüksek verimi sağlayan faktör düzeylerine ait nokta tahmin edilmekte, sonra gerçek optimum noktanın olduğu yere ulaşacak şekilde veya ilk deneme sonuçlarına ait 1. derece yanıt yüzey fonksiyonunun katsayılarından yararlanıp (steepest ascent yöntemi) en dik artış yapılarak söz konusu nokta (en yüksek verimi sağlayan kombinasyon) bulunmaya çalışılmaktadır.¹

Bu uygulamada katılan kepek miktarının, maya miktarının ve fermentasyon süresinin ekmeğin fitik asit miktarına etkileri yanıt yüzeyi metodu ile açıklanmaya çalışılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Yanıt yüzeyleri yönteminde, (RSM) (gerçek) regresyon modeline (en yakın) olan (yaklaşık) regresyon modelinin oluşturulması amaçlanır. Uygulamada genellikle gerçek regresyon modelle-

ri bilinmez. Oluşturulacak olan model gözlem değerlerine dayalı olarak oluşturulur ve bu model ampirik bir modeldir.

Yanıt yüzeyleri yönteminde çoklu regresyon analizi yönteminin kullanılması gerekmektedir.²

Y yanıt değişkeni üzerine etkisi olduğu düşünülen k tane regresyon tahmin edicisini içeren çoklu regresyon modeli eş 2.3'teki gibidir,

$$Y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k + \varepsilon \quad (2.1)$$

"k tane regresyon tahmin edicisi için çoklu doğrusal regresyon modeli" olarak adlandırılır. k=2 için model aşağıdadır;

$$Y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \varepsilon \quad (2.2)$$

birinci dereceden yanıt yüzeyleri modeline interaksyon terimleri eklenerek model daha karmaşık bir hale getirilebilir. İki tahmin edicinin bulunduğu ve interaksyon terimi içeren birinci dereceden yanıt yüzeyi modeli,

$$Y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_{12}x_1x_2 + \varepsilon \quad (2.3)$$

şeklinindedir.

Eş. 2.3 standart regresyon modeli olarak adlandırılabilir.

Yanıt yüzeyi yöntemlerinde kullanılan tahmin edici değişkenler genellikle nicelik bildiren değişkenler olmasına rağmen nitelik bildiren değişkenleri kullanmak da mümkündür. Nitelik bildiren değişkenlerin farklı düzeylerinin modele dahil edilmesi için genellikle yapay (dummy, indicator) değişkenler kullanılır. Regresyon modeline nitelik belirten tahmin edici değişkenin düzey sayısının 1 eksiği kadar yapay değişken eklenir.³

Üç düzeyi olan bir nitelik belirten değişken için oluşturulacak olan yapay değişkenler Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'e bakarak şu yorumlar yapılabilir; birinci yapay değişkenin 0 ve ikinci yapay değişkenin 0 olduğu durum gerçekte b, nitelik belirten tahmin edici değişkenimizin birinci düzeyini göstermektedir.

Oluşturulan bu model yardımıyla verilerin elde edildiği sistemin yapısı hakkında bilgi edinmek oldukça kolaylaşır. Bazı çalışmalarda ise amaç hem sistem hakkında bilgi edinmek, hem de yanıt de-

TABLO 1: Yanıt yüzeyleri yönteminde yapay değişken oluşturulması.

| Yapay Değişkenler | | |
|-------------------|-------|--|
| x_1 | x_2 | Nitelik belirten tahmin edici değişkenin düzeyleri |
| 0 | 0 | Tahmin edici değişkenin birinci düzeyi |
| 1 | 0 | Tahmin edici değişkenin ikinci düzeyi |
| 0 | 1 | Tahmin edici değişkenin üçüncü düzeyi |

ğişkenin maksimum ya da minimum olduğu noktayı ya da aralığı belirlemektir. En dik artış yöntemi birinci dereceden bir yanıt yüzeyi modelinin maksimumu olduğu noktayı, en dik azalış yöntemi ise minimum olduğu noktayı matematiksel olarak ortaya koymak amacıyla kullanılan yöntemlerdir. Bu yöntemin oluşturulması için aşağıdaki adımlar takip edilir.^{4,5}

i) Birinci dereceden model oluşturulur ve uygunluğu test edilir.

ii) Gerekli olan yanıt değişkeninin maksimum olduğu nokta en dik artış yöntemi, gerekli olan minimum olduğu nokta ise en dik azalış yöntemi ile hesaplanır.

iii) Amacımıza uygun olan yol takip edilerek denemeler uygulanır ve yanıt değişkeninin değerleri elde edilir. Muhtemelen sonuçlar istediğimiz noktaya doğru yönelecektir. Belirli bir bölgede artı- tenen değişimler gözlenemeyecektir. Bu notada işlemleri durdurmak gerekir. Örneğin maksimum noktayı ararken yanıt değişkeninin değeri bir yere kadar artacak ve sonra azalmaya başlayacaktır. Böyle bir durumda azalışın başladığı nokta optimum noktadır.

Daha önceki aşamalarda oluşturulmuş olan regresyon modelindeki katsayılar ve bu katsayıların işaretleri dik artış/azalış yolun belirlenmesinde etkili olur. En dik artış yöntemi katsayılarla aynı yönde hareket ederken en dik azalış yöntemi ise ters yönde hareket eder. Katsayının büyüklüğü ise azalışın ya da artışın hızını etkiler. Büyük katsayının etkisi daha fazla, küçük katsayının ise daha az olacaktır.

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k \quad (2.4)$$

Eş. 2.4'deki gibi birinci dereceden bir denkle- mimiz olduğu varsayılır. Bu denklemden Lagrange

çarpımını⁶ çıkardıktan sonra lere göre kısmi türe- vini alıp ve sıfıra eşitlenirse;

$$L = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k - \lambda \left(\sum_{j=1}^k x_j^2 - r^2 \right) \quad (2.5)$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_j} = b_j - 2\lambda x_j, x_j = \frac{b_j}{2\lambda} \quad (j = 1, 2, \dots, k) \quad (2.6)$$

λ Merkezle değişkenin aldığı değerler arasın- daki uzaklıktır.

Eğer Eş. 2.6'da $\frac{1}{2\lambda}$ yerine yazılırsa eşitlik;

$$x_j = \partial b_1, x_2 = \partial b_2, \dots, x_j = \partial b_j \quad (2.7)$$

şekline dönüşecektir.

En dik artış/azalışın hesaplanmasında izlene- cek adımlar şöyledir;

$x = x_2 = \dots = x_j = 0$ in başlangıç noktası oldu- ğunu varsayılırsa:^{2,4,7}

i) Hakkında en fazla bilgi olan veya regresyon katsayısı mutlak değerce en büyük olan x_j de- ğişke- ni adım genişliğinin belirlenmesinde kullanılır.

ii) Diğer değişkenler için adım genişliği ise Δx_j seçilen faktörün düzeyleri ile orta nokta arasın- daki fark olmak üzere;

$$\Delta x_j = \frac{b_j}{b_j \Delta x_j}, \quad (j= 1, 2, \dots, k) \quad i \neq j \quad (2.8)$$

iii) Δx_j 'ler kodlu hallerinden doğal hallerine dönüşür.

MERKEZİ BİLEŞİK DENEME DÜZENİ

Merkezi Bileşik deneme düzeni (CCD) ikinci dere- ceden bir yanıt düzeyi modelinin oluşturulması için en popüler yöntemlerden biridir. k faktör sayı- sı olmak üzere CCD 2^k veya 3^k sayıda iki yada üç düzeyli faktöriyel denemenin, $2k$ sayıda veya $3k$ sa- yıda eksen nokta yada yıldız nokta ile kombinas- yonundan oluşur. Ayrıca n_c sayıda merkez nokta içerir. Modelde yer alan faktörlerin en az iki dü- zeyli olması gereklidir. $2k$ sayıda eksen noktaları- nın deneme düzeni içine yerleştirilişi Tablo 2'de verilmiştir. Oluşturulacak olan ikinci dereceden modelin ana etkileri ve birinci dereceden interak- siyon etkileri 2^k denemesinden elde edilirken, mer-

TABLO 2: Merkezi bileşik deneme düzeni.

| x_1 | x_2 | | x_k |
|-----------|-----------|-------|-----------|
| $-\alpha$ | 0 | | 0 |
| $+\alpha$ | 0 | | 0 |
| 0 | $-\alpha$ | | 0 |
| 0 | $-\alpha$ | | 0 |
| 0 | 0 | | $-\alpha$ |
| 0 | 0 | | $+\alpha$ |

kez noktalar yardımıyla sistemin eğriselliği test edilir. Eksen noktaları yardımıyla modeldeki karesel terimler tahmin edilir.²

Dik merkezi bileşik deneme düzeni

Oluşturulan bir deneme düzeninde ana ve etkileşim etkilerin tahmin edilebilmesi için bu etkilerin birbirinden bağımsız olmaları gereklidir. Bir başka ifade ile düzen matrisinde yer alan ana etkilerin ve birinci dereceden etkilerin birbirinden bağımsız olduğu denemeler ortogonal denemeler olarak adlandırılır.²

Teknik olarak eğer kodlarla belirtilmiş olan düzen matrisinde satırların her birinin kendi içinde toplamları 0 ise o düzen matrisinin ortogonal bir matris olduğuna ve istenilen etkilerin diğerlerin etkilerden bağımsız bir şekilde tahmin edilebileceğine karar verilir. Pratikte ortogonal düzen matrisleri ile karşılaşmak zor olabilir. Genel olarak bir denemenin ortogonalite düzeyi arttıkça etkinliği de artar. Bunun nedeni ise ilgilenilen etkiler hakkında daha bağımsız bilgilerin denemenin sonucunda elde edilecek olmasıdır. Standart bir merkezi bileşik deneme düzeni yardımıyla dik veya dikliğe yakın bir deneme düzeni oluşturmak mümkündür. Bir denemenin dikliği eksen uzaklığı değerine ve merkez noktası sayısına bağlıdır.⁸

k : Faktör sayısı

n_c : 2^k Faktör kombinasyonlarının sayısı

n_s : Denemedeki eksen noktalarının sayısı

n_o : Denemedeki merkez noktalarının sayısı

$$\text{Eğer } \alpha = \left\{ \left[(n_c + n_s + n_o)^2 \right] \frac{n_2}{4} \right\}^{1/4} \quad (2.9)$$

alınırsa merkezi bileşik deneme düzeni dik olacaktır.

Döndürülebilir Dik Merkezi Bileşik Deneme Düzeni

Bir denemeden yansız ve mümkün olan en fazla miktarda bilgi edinmek için dikkat edilmesi gereken bir başka nokta ise denemenin döndürülebilir olmasıdır. Yanıt değişkeninin tahmini için standart hata aşağıdaki eşitliğinden yararlanarak elde edilir.²

$$\sqrt{\left(1 + f'(x)'(x'x)^{-1}f'(x)\right)} \quad (2.10)$$

Eş. 2.10'da kodlar yardımıyla elde edilen yanıt yüzeyi modelinin transpozu, düzen matrisinin kendi transpozu ile çarpıldıktan sonra tersi alınmış halidir. Yapılan yanıt değişkeni tahminlerinin ne kadarının bilindiği deneme noktalarının değişkenliğine bağlıdır. Değişkenlik yani standart hata ne kadar küçük olursa tahminin kesinliği de o kadar iyi olacaktır. Bir denemenin döndürülebilir olması için faktörlerin kombinasyonu ile elde edilen yanıt değişkeni değerleri merkez noktadan eşit uzaklıkta olmalıdır. Bu aynı zamanda noktaların eşit varyansa sahip olduğu anlamına da gelir ve merkezden eşit uzaklıkta olan düzen matrisinin elemanlarının merkezden olan uzaklıkları eşit olsun.²

$$\left[(x'_1 x_1)^2 = (x'_2 x_2)^2 \right] \quad (2.11)$$

$\hat{y}(x_1)$ ve $\hat{y}(x_2)$ değerleri eşit varyansa sahip olacağı için eşit derecede iyi tahmin edilecektirler. Denemede varolan faktör kombinasyonları sayısı n olmak üzere,

$$\alpha = \sqrt[4]{n_k} \quad (2.12)$$

olarak alınırsa deneme rotatable olacaktır.⁸ Ayrıca bir denemenin hem dik hem de döndürülebilir olarak oluşturulabilmesi için eksen noktaları belirlenmesi ardından

$$n : 4\sqrt{n_k} + 4 - 2k \quad (2.13)$$

Eş. 2.13'den yararlanarak merkez noktası sayısının belirlenmesi gereklidir.²

CDD'de 3^k deneme düzeninin kullanılması için $3k$ sayıda eksen nokta yada yıldız nokta ile kombinasyonundan oluşması gerekmektedir. Ayrıca n_c sayıda merkez nokta içerir. Bu durumda modelde yer alan faktörlerin üç düzeyli olacaktır. Deneme-

miz temelde 3 değişkenin 3 düzeyi (3^k deneme düzeni) baz alınarak yapılmıştır.

VERİ SETİ

Araştırmada kül miktarı $\text{km}'de$ %0.51 ve protein miktarı ($N*5.7$) $\text{km}'de$ %12,4 olan una, %0, %10 ve %20 oranlarında buğday kepeği (kül miktarı $\text{km}'de$ %5.82), protein miktarı ($N*5.7$) $\text{km}'de$ %13.7, ham selüloz miktarı $\text{km}'de$ %6.8) ve %2, %4 ve %6 oranlarında maya katılmış ve 3 farklı fermentasyon programı (20-10-30:60 dak., 30-20-40= 90 dak., 30-30-60= 120 dak.) uygulanarak 400 g ağırlığında ekmekler yapılmıştır. Deneysel ekmek yapımında Özkaya ve Kahveci⁹ tarafından belirtilen yöntem esas alınmıştır.

İstatistiksel analiz, Yanıt yüzeyi yönteminin Merkezi Bileşik Deneme Düzeni kullanılarak yapılmıştır. Analizler için Minitab 15 paket programı kullanılmıştır. Bu programda önce deneme modeli tesadüfen oluşturulmuştur. Belirlenen deneme düzeni düzeylerine göre analiz yapılmıştır. Ekmek yapımı sırasında fitik asit miktarına etkili olabilecek faktörler arasında etkileşimler ile, bu faktörlerin fitik asit miktarına ne derece etkili oldukları yanıt yüzeyi metodu kullanılarak açıklanmıştır.

BULGULAR

Tablo 3'de, araştırmada kullanılan veri setindeki etkisi incelenen faktör düzeyleri ve bu düzeylerdeki fitik asit miktarları yer almaktadır.

Merkezi Bileşik deneme düzeni (CDD) uygulaması için tanımlayıcı bilgiler aşağıdaki şekildedir.

Faktör: 3 Replikasyon: 1
2. derece faktör: Tam faktoriyel Küpteki merkez noktaları: 6
Küp noktaları: 8 Alfa: 1.68179

Şekil 1'de şekilde regresyon denklemini oluşturan artık değerleri normal dağılıma uygunluk grafiği gösterilmiş. %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Şekil 2'de artıkların veri setindeki sınır değerleri gösterilmiştir. Bu şekilde bir değer dışında⁹ ge-

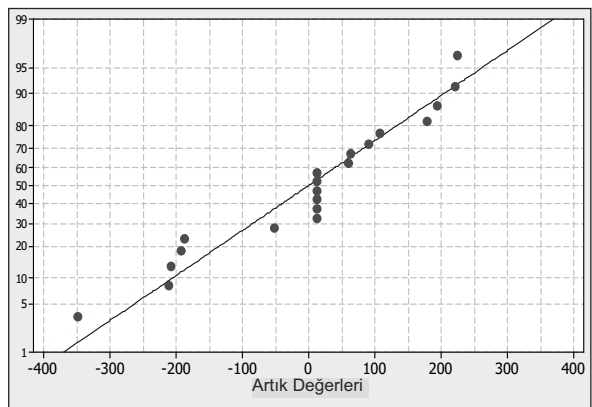
TABLO 3: Ekmeğin fitik asit miktarına kepek miktarı, maya miktarı ve fermentasyon süresinin etkileri.

| Kepek Miktarı (%) | Maya Miktarı (%) | Fermentasyon Süresi(*) (dak.) | Fitik Asit Miktarı(**) (mg/100g) |
|-------------------|------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 0 | 2 | 60 | 156,9 |
| | | 90 | 151,5 |
| | | 120 | 142,3 |
| | 4 | 60 | 154,8 |
| | | 90 | 142,3 |
| | | 120 | 133,0 |
| | 6 | 60 | 152,1 |
| | | 90 | 144,3 |
| | | 120 | 123,4 |
| 10 | 2 | 60 | 334,9 |
| | | 90 | 329,1 |
| | | 120 | 321,2 |
| | 4 | 60 | 362,2 |
| | | 90 | 323,0 |
| | | 120 | 303,5 |
| | 6 | 60 | 321,7 |
| | | 90 | 309,2 |
| | | 120 | 287,8 |
| 20 | 2 | 60 | 511,9 |
| | | 90 | 507,1 |
| | | 120 | 481,9 |
| | 4 | 60 | 498,3 |
| | | 90 | 489,3 |
| | | 120 | 474,6 |
| | 6 | 60 | 495,4 |
| | | 90 | 487,9 |
| | | 120 | 459,0 |

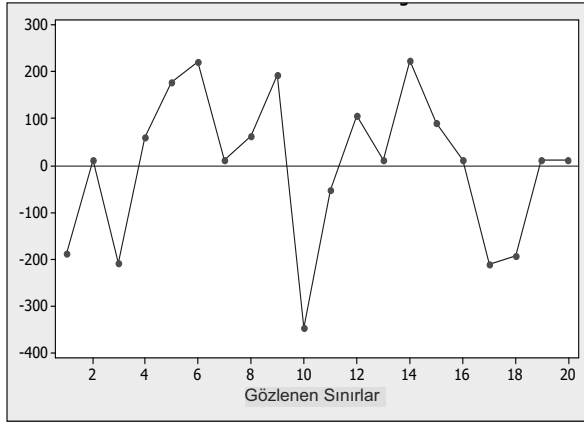
(*): 20 dak.-10 dak.-30 dak.= 60 dak.; 30 dak.-20 dak.-40 dak.=90 dak;

30 dak.-30 dak.-60 dak.=120 dak. şeklinde fermentasyon programı uygulanmıştır.

(**): Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.¹²



ŞEKİL 1: CDD'de artıkların normal dağılım grafiği.



ŞEKİL 2: CDD'de artıkların veri setindeki sınır değerleri.

TABLO 4: 3³ CDD regresyon analizi tablosu.

| Faktörler | T | P |
|--|--------|----------|
| Sabit | 19,925 | 0,000(*) |
| Kepek miktarı | 13,312 | 0,000(*) |
| Maya miktarı | -0,657 | 0,526 |
| Fermentasyon süresi | -1,418 | 0,187 |
| Kepek miktarı* kepek miktarı | -0,386 | 0,708 |
| Maya miktarı* maya miktarı | -0,276 | 0,788 |
| Fermentasyon süresi* fermentasyon süresi | 0,186 | 0,856 |
| Kepek miktarı* maya miktarı | -0,140 | 0,892 |
| Kepek miktarı* fermentasyon süresi | -0,205 | 0,841 |
| Maya miktarı* fermentasyon süresi | -0,182 | 0,859 |

TABLO 5: 3³ CDD varyans analizi tablosu.

| Değişim kaynağı | Serbestlik derecesi | Kareler toplamı | Kareler ortalaması | F | P |
|-----------------|---------------------|-----------------|--------------------|-------|-------|
| Regresyon | 9 | 284 798 | 31 644,2 | 20 | 0,000 |
| Lineer | 3 | 284 225 | 94 741,6 | 59,88 | 0,000 |
| Karesel | 3 | 423 | 141 | 0,09 | 0,964 |
| İnteraksiyon | 3 | 150 | 50 | 0,03 | 0,992 |

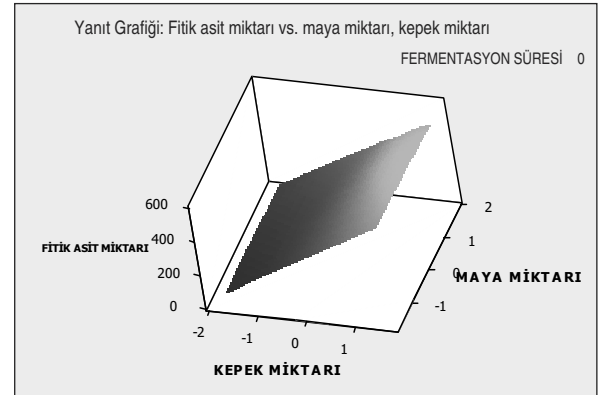
nelde fazla sapma görülmemektedir, buradan veri seti CDD analizi için uygundur sonucuna varabiliriz.

$$R^2 = \%94.7 \quad R^2 \text{ (Düzeltilmiş)} = \%90.0$$

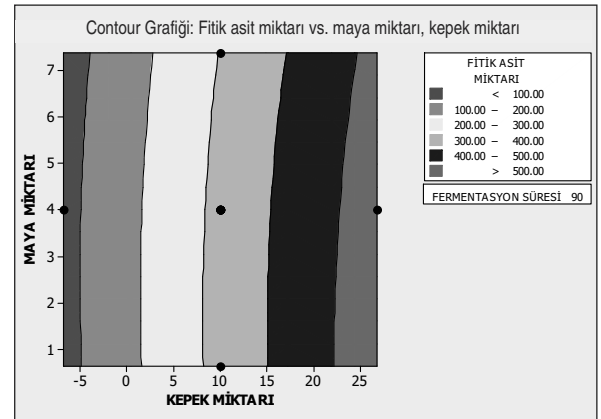
Tablo 4'de yanında (*) işareti olanlar, CDD'de (sabit ve kepek miktarı) tek başlarına ekmeğin fitik asit miktarını etkileyen faktörler olarak anlamlı kabul edildiğini göstermektedir. Ayrıca burada (Düzeltilmiş)= %90.0 olması regresyon denkleminin %90 oranında değişkenleri açıkladığını göstermektedir.

Tablo 5 ise lineer regresyon denkleminin anlamlı olduğunu ifade etmektedir. Bu durumda amacımız doğrultusunda hedef en iyidir modeli (orta düzey) benimseyerek contour ve yanıt grafikleri aşağıdaki gibidir;

Şekil 3 ile Şekil 4 hedef en iyidir modeli seçildiğinde kepek miktarının düzeyini 10 seçtiğimizde hedeflenen fitik asit miktarının 300-400 (mg/100 g) olacağını göstermektedir.



ŞEKİL 3: CDD'de hedef en iyidir modeli yanıt grafiği.



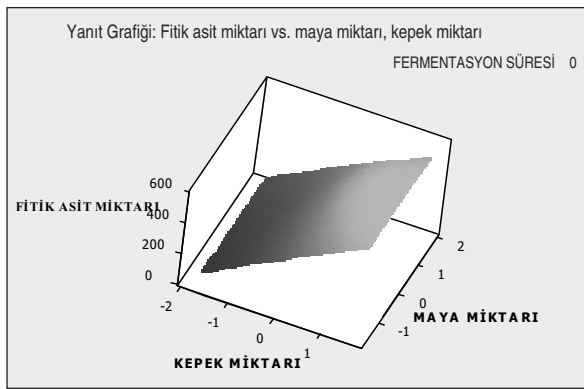
ŞEKİL 4: CDD'de hedef en iyidir modeli contour grafiği.

Amacımız doğrultusunda en küçük en iyidir modeli benimseyerek contour ve yanıt grafikleri aşağıdaki gibidir;

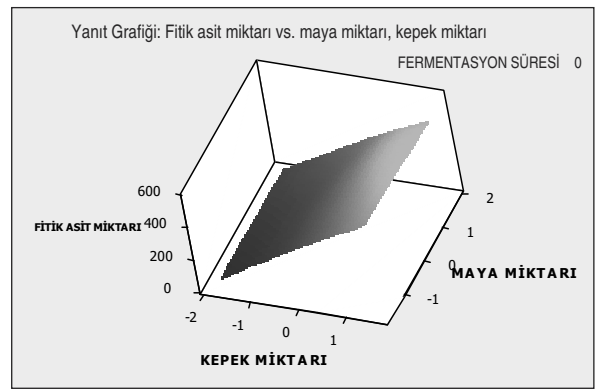
Şekil 5 ile Şekil 6'da en küçük en iyidir modeli seçildiğinde kepek miktarının düzeyini 0 seçtiğimizde hedeflenen fitik asit miktarının 100-200 (mg/100 g) olacağını göstermektedir.

Amacımız doğrultusunda en büyük en iyidir modeli benimseyerek contour ve yanıt grafikleri Şekil 7 ve Şekil 8'deki gibidir;

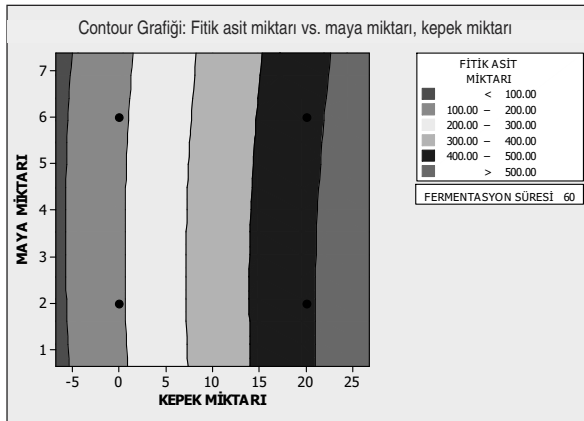
Şekil 7 ile Şekil 8'de en büyük en iyidir modeli seçildiğinde kepek miktarının düzeyini 20 seçtiğimizde hedeflenen fitik asit miktarının 400-500 (mg/100 g) olacağını göstermektedir.



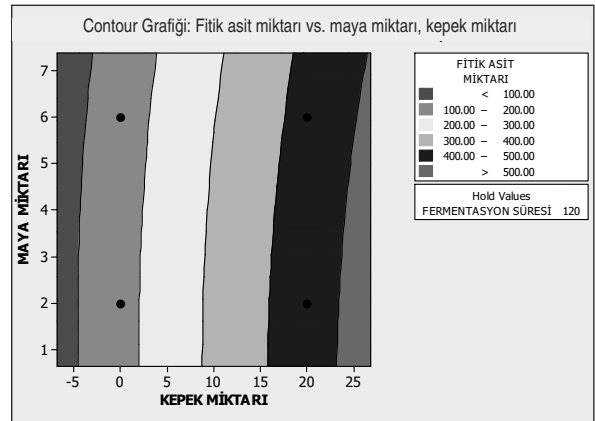
ŞEKİL 5: CDD'de en küçük en iyidir modeli yanıt grafiği.



ŞEKİL 7: CDD'de en büyük en iyidir modeli yanıt grafiği.



ŞEKİL 6: CDD'de en küçük en iyidir modeli contour grafiği.



ŞEKİL 8: CDD'de en büyük en iyidir modeli contour grafiği.

TARTIŞMA

Günümüzde insanların fazla miktarda besinsel lif alımı için tam un ekmeği ya da kepekli ekmeğe tüketimine yönelmesi ile fitik asidin önemi daha da artmıştır. Bu nedenle bilim adamları fitik asit miktarı düşürülmüş gıda üretimi konusundaki çalışmalarını artırmışlardır.

Gelişmiş ülkelerde insanların lif düzeyi düşük gıdalarla beslenmeleri sonucu kalp-damar hastalıkları, şeker hastalığı, kolon kanseri, divertiküloz, kabızlık, hemoroit gibi bazı hastalık ve rahatsızlıklar ortaya çıkmıştır. Bu gibi hastalıklarla günlük alınan besinsel lif arasında birtakım ilişkilerin bulunduğu saptandıktan sonra bilinçli

beslenen toplumlarda diyet life karşı ilgi artmıştır.¹⁰

Diyet lif miktarını artırmak için kepek katmak ekmeğin fitik asit miktarını da artırmaktadır. Son yıllarda kepek katkılı ekmeklerin fitik asit miktarını düşürmek araştırmacıların ilgi duyduğu konular arasına girmiştir. Yapılan çalışmalar fitik asidin pişirme koşulları ve özellikle de maya miktarı fermentasyon sıcaklığı, fermentasyon süresi gibi fermentasyon aşamaları sırasında fitaz enziminin yardımıyla kısmen hidroliz olabildiğini göstermiştir.¹¹

Yanıt yüzeyi çalışmalarının hedefleri;

Yanıt değişkeninin gelecekteki değerlerinin doğru olarak kestirebilmek için, yanıt değişkeni ile girdi değişkenleri arasındaki ilişkiyi belirleyecek uygun bir fonksiyonun (veya modelin) tespit edilmesi, problemin cinsine bağlı olarak en büyük veya en küçük yanıt değerinin araştırılması ve bu değeri sağlayabilecek girdi değişkenlerinin değerlerinin tespiti, bir yanıt sisteminin altında yatan mekanizmanın anlaşılmasına yönelik katkı beklentileri, olarak sıralanabilir.

Yanıt yüzeyi metodu kullanılarak elde edilen sonuçlarda, CDD'de kepek miktarının fitik asit üzerinde temel etkiye sahip olduğu yani merkezi bileşik deneme düzeni yöntemi sonuçlarına göre fitik asit miktarını temel anlamda etkileyen maddenin kepek miktarı olduğu söylenebilir, fermentasyon süresinin ve maya miktarının tek başına yada herhangi bir etkileşimle fitik asit miktarı üzerinde etkili olmadığı görülmüştür.

Kepek miktarını 3 düzeyinde de CDD kullanılmıştır. En büyük veya en küçük yanıt değerinin

araştırılması ve bu değeri sağlayabilecek girdi değişkenlerinin değerlerinin tespiti yapılmıştır. Amacın çeşitliliğine göre elde edilebilecek tüm sonuçlar verilmiştir.

Fitik asitin vücuda alınan miktarı ile Ca, Fe, Zn ve Mn gibi önemli minerallerin biyolojik yayınlılıkları arasında ters bir orantı olduğu göz önüne alındığında, başlangıçta fitik asit oranı düşük ekmeçlik kalitesi yüksek çeşitler seçilerek bunlardan yüksek ekstraksiyonlu un yerine daha düşük ekstraksiyonlu unların eldesi sonucu ekmeç üretimi tercih edilmelidir.

Sonuç olarak CDD'leri Fitik asit Miktarını temelde etkileyen madde kepek miktarıdır, amacımıza göre kepek miktarını artırmak yada azaltmak direk olarak fitik asit miktarını artıracak yada azaltacaktır. Bu durumda yapılan merkezi bileşik deneme düzeni sonucunda; hedef en iyidir modeli seçildiğinde kepek miktarının düzeyini 10 seçtiğimizde hedeflenen fitik asit miktarının 300-400 (mg/100 g) olacağını göstermektedir, en küçük en iyidir modeli seçildiğinde kepek miktarının düzeyini 0 seçtiğimizde hedeflenen fitik asit miktarının 100-200 (mg/100g) olacağını göstermektedir, en büyük en iyidir modeli seçildiğinde ise kepek miktarının düzeyini 20 seçtiğimizde hedeflenen fitik asit miktarının 400-500 (mg/100 g) olacağını göstermektedir. Ayrıca R^2 (Düzeltilmiş) = %90,0 olması yapılan analiz sonucunda regresyon denkleminin %90 oranında değişkenleri açıkladığını göstermektedir.

Bu yöntem sayesinde belirli düzeylerdeki alanı daha iyi sınırlandırarak hem zamandan hemde madde miktarından tasarruf yapılmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Kocabaş Z. [An application and interpretation of second order response surface model]. *Journal of Agricultural Sciences* 2001;7(4):121-8.
2. Myers RH, Montgomery DC. *Response Surface Methodology Process And Product Optimization Using Designed Experiments*. In: Myers RH, Montgomery DC, eds. A Wiley-Interscience Publication. 2nd ed. Canada: John Wiley and Sons; 2002. p.17-85, 203-303.
3. Montgomery DC. A Wiley-Interscience Publication. *Design and Analysis of Experiments*. 5th ed. Canada: John Wiley and Sons; 2001. p.427-510.
4. Bauer WB Jr, Parnell SG, Mayers AD. Response surface methodology as a sensitivity analysis tool in a decision analysis. *Journal Multicriteria Decision Analysis* 1999;8(3):162-80.

5. Neddermeijer HG, Oortmarssen GJ, Nanda P. A Framework for response surface methodology for simulation optimization. Winter Simulation Conference 2000;(1):129-36.
6. Lucas JM. How to Achieve a Robust Process Using Response Surface Methodology. J Quality Tech 1994;26(4):248-60.
7. Box GEP, Draper NR. A Wiley-Interscience Publication. Empirical Model-Building And Response Surfaces. 1st ed. Canada: John Wiley and Sons; 1987. p.34-57, 304-81, 423-74.
8. Dobson, JA. Chapman and Hall//CRP Texts in Statistical Science Series. An Introduction Generalized Linear Models. 2nd ed. Florida: Chapman And Hollis; 1990.p.100-71.
9. Özkaya H, Kahveci B. Tahıl Ürünleri Analiz Yöntemleri. 1st ed. Ankara: Association of Food Technology; 1990. p.152.
10. Toma RB, Curtis DJ. Dietary fiber. Effect on mineral bioavailability. Food Tech 1986; 40(2):111-6.
11. Özkaya B, Bayrak H, Gökpınar F. [Some Factors in the Effective Amount of Bread Fitik Acid with Graphical Model Approach]. Hububat 2002 Bildiriler Kitabı. 1st ed. Gaziantep: Gaziantep Üniversite Yayınları; 2002. p.543-8.