



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ



MISIRDA ÖNEMLİ TANE KALİTE BİLEŞENLERİNİN

ANALİZİ İÇİN NIR (YAKIN KIZIL ÖTESİ)

SPEKTROSKOPİSİ KALİBRASYONLARININ

GELİŞTİRİLMESİ

İskender ONAÇ

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MISIRDA ÖNEMLİ TANE KALİTE BİLEŞENLERİNİN
ANALİZİ İÇİN NIR (YAKIN KIZIL ÖTESİ)
SPEKTROSKOPİSİ KALİBRASYONLARININ
GELİŞTİRİLMESİ

İskender ONAÇ

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 22/06/2017

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Harun BAYTEKİN

ÇANAKKALE

İskender ONAÇ tarafından Prof. Dr. Harun BAYTEKİN yönetiminde hazırlanan ve 22/06/2017 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Mısırdaki Önemli Tane Kalite Bileşenlerinin Analizi için NIR (Yakın Kızıl Ötesi) Spektroskopisi Kalibrasyonlarının Geliştirilmesi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarla Bitkileri Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof. Dr. Harun BAYTEKİN

.....

Başkan

Doç. Dr. Canan ŞEN

.....

Üye

Yrd. Doç. Dr. Fatih KAHRIMAN

.....

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası: 2150867

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

İskender ONAÇ

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Harun BAYTEKİN'e, çalışma süresince desteklerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Fatih KAHRIMAN'a, tez savunma jürimde yer alan Doç. Dr. Canan ŞEN'e, bu çalışmaya 2150867 no'lu proje ile maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a, laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan öğrenci arkadaşlarımıza, hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İskender ONAÇ

Çanakkale, Haziran 2016

SİMGELER VE KISALTMALAR

NIRS	Yakın kızılötesi spektroskopisi
NIT	Yakın kızılötesi transmisyon
ANN	Yapay sinir ağı
MLR	Çoklu doğrusal regresyon
PCA	Temel bileşenler analizi
PLSR	Kısmi en küçük kareler regresyonu
RMSE	Hata kareler ortalamasının karekökü
RMSEC	Kalibrasyona ait hata kareler ortalamasının karekökü
RMSEP	Tahmine ait hata kareler ortalamasının karekökü
SEP	Tahminin standart hatası
SE	Standart hata
RPD	Performans sapma oranı
SECV	Çapraz doğrulama standart hatası
SEC	Kalibrasyon standart hatası
r	Korelasyon katsayısı
R ²	Regresyon modelinin determinasyon katsayısı
NMR	Nükleer manyetik rezonans
FT-NIR	Fourier dönüşüm yakın kızılötesi yansıma
SNV	Standart normal değişim

ÖZET

MISIRDA ÖNEMLİ TANE KALİTE BİLEŞENLERİNİN ANALİZİ İÇİN NIR (YAKIN KIZIL ÖTESİ) SPEKTROSKOPİSİ KALİBRASYONLARININ GELİŞTİRİLMESİ

İskender ONAÇ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Prof. Dr. Harun BAYTEKİN

22/06/2017, 40

Bu çalışma mısırdaki önemli bazı tane kalite özelliklerinin Yakın Kızıl Ötesi (NIR) spektroskopisinde tespitini mümkün kılacak kalibrasyon modellerinin geliştirilmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada tane kalite özelliği olarak nem oranı, zein içeriği, lisin ve triptofan içeriği, amiloz ve amilopektin içeriği ile mum içeriği hakkında modeller oluşturulmuştur. Model oluşturma amacıyla kısmi en küçük kareler regresyon yöntemi (PLSR) kullanılmış ve spektral veride ön işlem olarak birinci türev ve standart normal değişim transformasyonu uygulanmıştır. Toplam 250 mısır örneği ile yürütülen araştırmada 200 numune ile oluşturulan kalibrasyonlar 50 numunelik bir set ile doğrulama işlemine tabi tutulmuştur.

Araştırma bulgularına göre incelenen tane kalite özelliklerinden mum içeriği dışında diğer özelliklerin NIR spektroskopisi ile tahminlenebileceği görülmüştür. En başarılı tahmin modelleri nem oranı ($R^2=0,920$; $SE=0,463$; $r=0,959$), amiloz ve amilopektin içeriği ($R^2=0,854$; $SE=1,584$; $r=0,913$) ve yağ içeriğine ($R^2=0,828$; $SE=0,697$; $r=0,910$) yönelik oluşturulan modeller olmuştur. Çalışmada ileri ki araştırmalarda laboratuvar analiz maliyetlerini düşürebilecek NIR kalibrasyonları geliştirilmesine imkan sağlayacak önemli bir veri tabanı oluşturulmuştur.

Anahtar sözcükler: *Zea mays*, Kalite, Laboratuvar Analizi.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF NEAR INFRA RED (NIR) SPECTROSCOPY CALIBRATIONS FOR IMPORTANT KERNEL QUALITY COMPONENTS IN MAIZE

İskender ONAÇ

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Chair for Field Crops, Thesis of Master of Science

Advisor: Prof. Dr. Harun BAYTEKİN

22/06/2017, 40

This study was conducted to develop calibration models that will enable determination of some grain quality characteristics in maize using Near Infrared (NIR) spectroscopy. In this study, moisture content, zein content, lysine and tryptophan content, amylose and amylopectin content and wax content were measured to develop calibration models. Partial Least Squares Regression method (PLSR) was used for model development and the first derivative and standard normal variate transformation were applied as spectral pretreatment. Totally, 250 maize samples were used as experimental material; calibration development and validation procedures were performed with 200 and 50 samples, respectively.

According to the results, it was seen that all of the investigated properties, except wax content, can be estimated by NIR spectroscopy. The most successful prediction models are the ones for moisture content ($R^2=0,920$; $SE=0,463$; $r=0,959$), amylose and amylopectin content ($R^2=0,854$; $SE=1,584$; $r=0,913$) and oil content ($R^2=0,828$; $SE=0,697$; $r=0,910$). An important database has been created that will enable the development of NIR calibrations that will reduce the costs of laboratory analysis in future research.

Keywords: *Zea mays*, Quality, Laboratory Analysis.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE METOT	14
3.1. Materyal	14
3.2. Yöntem	15
3.2.1. Örnek Hazırlığı ve Spektrum Alma.....	15
3.2.2. Ölçülen Özellikler	15
3.2.2.1. Nem Oranı (%)	16
3.2.2.2. Yağ Oranı (%)	16
3.2.2.3. Zein İçeriği (%)	16
3.2.2.4. Lisin İçeriği (%)	17
3.2.2.5. Triptofan İçeriği (%)	17
3.2.2.6. Amiloz ve Amilopektin İçeriği (%).....	17
3.2.2.7. Mum İçeriği (mg/50 tohum).....	18
3.2.3. Kalibrasyon Modellerinin Geliştirilmesi ve Doğrulanması	18
BÖLÜM 4.....	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	21
4.1. Nem Oranı (%).....	21
4.2. Yağ Oranı (%).....	22
4.3. Zein İçeriği (%).....	24
4.4. Lisin İçeriği (%)	26
4.5. Triptofan İçeriği (%)	28

4.6. Amiloz Oranı (%).....	29
4.7. Amilopektin Oranı (%)	31
4.8. Mum İçeriği (mg/50 tohum)	33
BÖLÜM 5.....	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	35
KAYNAKLAR	36
ÖZGEÇMİŞ	I



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan öğütülmüş numunelerden 1200-2400 nm arasında alınan spektrumlara ait grafik	15
Şekil 4.1. Nem oranına ilişkin oluşturulan tahmin modelinde referans analiz ile NIR tahminleri arasındaki ilişki	22
Şekil 4.2. Yağ oranı için oluşturulan PLSR modeline ait kalibrasyon grafiği.....	24
Şekil 4.3. Zein içeriği için oluşturulan PLSR modeline ait kalibrasyon grafiği.....	26
Şekil 4.4. Lisin içeriği için oluşturulan PLSR modeline ait kalibrasyon grafiği	27
Şekil 4.5. Triptofan içeriği için oluşturulan PLSR modeline ait kalibrasyon grafiği	29
Şekil 4.6. Amiloz oranı için oluşturulan PLSR modeline ait kalibrasyon grafiği	31
Şekil 4.7. Amilopektin oranı için oluşturulan PLSR modeline ait kalibrasyon grafiği	33
Şekil 4.8. Mum oranı için oluşturulan PLSR modeline ait kalibrasyon grafiği.....	34



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller	14
Çizelge 4.1. Nem oranına yönelik oluşturulan NIR tahmin modeline ilişkin değerlendirme parametreleri.....	21
Çizelge 4.2. Yağ oranına yönelik oluşturulan NIR tahmin modeline ilişkin değerlendirme parametreleri.....	23
Çizelge 4.3. Zein oranına yönelik oluşturulan NIR tahmin modeline ilişkin değerlendirme parametreleri.....	25
Çizelge 4.4. Lisin oranına yönelik oluşturulan NIR tahmin modeline ilişkin değerlendirme parametreleri.....	27
Çizelge 4.5. Triptofan içeriğine yönelik oluşturulan NIR tahmin modeline ilişkin değerlendirme parametreleri.....	28
Çizelge 4.6. Amiloz oranına yönelik oluşturulan NIR tahmin modeline ilişkin değerlendirme parametreleri.....	30
Çizelge 4.7. Amilopektin oranına yönelik oluşturulan NIR tahmin modeline ilişkin değerlendirme parametreleri.....	32
Çizelge 4. 8. Mum oranına yönelik oluşturulan NIR tahmin modeline ilişkin değerlendirme parametreleri.....	34

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Buğdaygiller (*Graminea*) familyasından *Maydeae* oymağına giren mısır; dünya tahıl üretimine bakıldığında ilk sırada ekilişinde ise buğdaydan sonra ikinci sırada yer almaktadır (Emeklier, 2012). FAO 2014 verilerine göre mısır (1037791518 ton) üretim miktarı bakımından tahıllar grubu içerisinde birinci sırada yer almaktadır. Ülkemizde ise tane mısır 6800192 da ekim alanına, 6400000 ton üretime ve ülke genelinde ortalama 941 kg/da verime sahiptir. Mısır üretim ve ekim alanı bakımından tahıllar grubunda buğday ve arpadan sonra gelmektedir. Tahılların ortalama verimlerine baktığımızda ise ilk sırada bulunmaktadır (TUİK, 2016).

Mısır bitkisinin yüksek verim özelliğine sahip olması, gerek insan gerekse hayvan beslenmesinde önemli ölçüde kullanım alanına sahip olması, makineli tarıma da uygun olması bakımından en fazla yetiştiriciliği yapılan bitkilerden birisidir (Akdemir ve ark., 1997). Birçok tarımsal üründe olduğu gibi mısırdaki da verimin artırılması temel ıslah amaçlarından (Şekeroğlu ve ark., 2000). Mısır için verim artışına yönelik çalışmalar önemlidir. Bunun yanında mısırdaki kalite parametrelerinin de göz önünde bulundurulması elzem bir konudur. Mısırdaki tohum kalitesi; hastalık ve zararlı durumu, yetiştirme koşulları, genotip, depolama ve bunların dışında çevresel faktörlerinde etkili olduğu bilinmektedir (Maiti ve Wesche-Ebeling, 1998).

Mısır bitkisinin tanesi başlıca 4 kısımdan meydana gelmektedir. Bunlar kabuk, endosperm, embriyo ve sapçıktır. Tüm tanenin %5'ini kabuk, %82'sini endosperm, %12'sini embriyo ve %1'ini sapçık oluşturur. Mısır tanesinde ağırlığın %12'sini oluşturan embriyoya dıştan bakıldığında beyaz renk ve hafif bir çöküntü olarak göze çarpmaktadır. Protein yağ şeker ve mineral maddelerce tanenin en zengin olduğu kısmı embriyodur. Protein, yağ, şeker ve külün %70-80'i embriyoda bulunur. Yağlık tip mısırlarda embriyo büyük, nişasta tipi mısırlarda ise embriyo küçüktür (Emeklier 2012). Mısır tanesinin bileşim değerleri de tane kalitesinde önemli bir rol üstlenmektedir. Tane %6-12'si protein % 61-78'i nişasta, , %3,1-5,7'si yağ, %5,8-6,6'sı pentozanlar, %8,3-11,9'u lif, %3,3-4,3'ü selüloz+lignin, %1,1-3,9'u külden oluşmaktadır (Kırtok, 1998; Vasal, 2000).

Mısırdaki tohum içeriğinin analizinde kullanılan yöntemlerin büyük kısmı kimyasal analiz metotlarına dayalıdır. Fakat bu analiz yöntemlerinde örnekler öğütülmektedir ve kimyasal sarfı yüksektir (Baye ve ark., 2006). Mısır ıslah çalışmaları için kullanılan analiz yöntemleri fazla kimyasal madde kullanılan, ekstraksiyon ve izolasyon aşamaları emek

isteyen pahalı bir yöntemdir. Islah çalışmalarında kullanılan örneklerin de genel itibariyle yüksek olduğu düşünülürse bu analiz yöntemlerine alternatif olabilecek yöntemlerin geliştirilmesi önem kazanmıştır. İşte bu alternatif yöntemlerden biriside NIR (Yakın Kızılötesi Yansıma Spektroskopisi) 'dır (Keys ve Barton, 2007). NIR (Yakın Kızılötesi Spektroskopisi) 19. Yüzyılda Herschel tarafından keşfedilmiştir. Ancak elde edilen yakın kızılötesi enerjisi 20. Yüzyılın ikinci çeyreğine kadar herhangi bir alanda kullanılmamıştır. Sonraki zamanlarda bu spektrumların moleküler arası bağlarda kullanılabileceği düşünülmüştür (Blanco ve ark., 2002). NIR spektroskopisinin geçmişi 1800'lü yıllara kadar uzanmaktadır (Davies, 1991). NIR tekniği 1970'li yıllarda uygulamalı alanda kullanımı protein ve nem oranının tespit etmeyi mümkün kılan yöntemlerin geliştirilmesine dayanmaktadır (Aenugu ve ark., 2011). NIR spektroskopisi, 780-2500 nm aralığında dalga boylarındaki elektromanyetik radyasyon absorpsiyonuna dayanmaktadır. NIR spektrası gıdalarda C-H, N-H ve O-H kimyasal bağları içeren titreşimler ile ilgili olarak geniş absorpsiyon bantları içermektedir (Osborne, 2000). Bu organik ve biyolojik sistemlerde yapılan ölçümlerin yapılmasını mümkün kılmaktadır. Bir numuneyle etkileşen radyasyon emilebilir, iletilebilir veya yansıtılır (Huang ve ark., 2008).

NIR (Yakın Kızılötesi Spektroskopisi) kimyasal analiz yöntemlerine alternatif olarak hızlı, güvenilir ve çevreye duyarlılık gibi konular açısından avantaj sağlayan alternatif bir yöntemdir (Büning-Pfaue, 2003; Egesel ve ark., 2015). NIR tekniğinde kimyasal madde kullanılmaması analizlerin düşük maliyetli olması ve hızlı yapılması, analiz için kullanılan materyalin daha sonra başka analizler içinde tekrar kullanılabilirliğini yitirmemesi ve bu yöntemde az miktarda örneğin analiz için yeterli olması bu yöntemin klasik yöntemlere göre mühim avantajlarıdır (Ertugay ve ark., 2011).

Blanco ve Villarroya (2002) yaptıkları çalışmada Yakın kızılötesi spektroskopisinin avantajlarını ve dezavantajlarını şu şekilde sıralamışlardır:

Avantajları;

- a) NIR numuneye zarar vermeyen bir tekniktir.
- b) Örneklerde ön hazırlık gerektirmez ya da çok az ön işlem gerektirir. Uygun bir cihaz kullanılıyor ise katı örnekler ön işlemsiz ya da çok az ön işlem ile analiz edilebilir.
- c) Ölçüm sonuçlarını oldukça hızlı şekilde verebilmektedir. Kemometrik yöntemler sayesinde numunelerdeki analitik bilgiler gerçek zamanlı olarak elde edilmektedir.
- d) Örnek hazırlığı için çözelti ve materyallere ihtiyaç yoktur ve otomasyona uygun hızlı sonuçlar verir bu sayede analiz maliyetlerini düşürür ve amortisman süresini azaltır.
- e) Alınan tek spektral veriye dayalı olarak birden fazla analiz sonucu eşzamanlı

olarak alınabilmektedir.

f) Teknik, kimyasal olmayan (fiziksel) bazı parametrelerin belirlenmesine imkân sağlar. NIR spektrumu üzerindeki bazı parametrelerin etkisi, yoğunluk, viskozite veya parçacık boyutu gibi özelliklerin kolayca belirlenmesini mümkün kılmaktadır.

g) Dayanıklı optik materyaller bulunduran ve hareketli parçalar bulundurmeyen NIR cihazları bitkisel üretimde süreç kontrolünün izlenmesi için çok uygundur.

h) Kontrol süreçlerinin takibinde güvenilir ve güçlü fiber optik sensörlere sahiptir.

Dezavantajları;

a) NIR cihazları oldukça seçicidir bu nedenle ölçümlerde uygun veri alınması ve doğru kemometrik yöntemin kullanılması gereklidir

b) NIR bölgesindeki ışık enerjisi ile madde arasındaki etkileşimi tespit edebilecek kesin modeller yoktur. Bu nedenle oluşturulan tahmin modeli yoğunlukla deneyseldir.

c) Yüksek doğruluğa sahip kalibrasyon modellerinin geliştirilmesi için fiziksel ve kimyasal özelliklerin tamamını kapsayacak şekilde bir örneklem setinin bulunması güçtür.

d) Fiziksel ve kimyasal değişkenliğe sahip örneklerin kalibrasyona dahil edilme ihtiyacı, çok farklı kalibrasyon yöntemleri ile numune türlerinin ve dolayısıyla analit başına birden fazla model kullanmayı gerektirir.

e) NIR spektroskopisi göreceli bir metot olduğundan kalibrasyon modellerinin oluşturulması için hedef değişkene ait daha önce referans analizlerle tespit edilmiş değerlerin bilinmesine ihtiyaç vardır.

f) Teknik çok hassas değildir, bu yüzden genellikle majör bileşenlere uygulanabilir.

g) NIR modellerinin oluşturulması önemli düzeyde yatırım yapmayı gerektirir, bu işlemin amortismanı master bir cihazda kalibrasyonların oluşturulması ve diğer cihazlara transferi yolu ile sağlanmaktadır. Son yıllardaki önemli gelişmelere rağmen, bunun için henüz kabul görmüş yaygın bir metodoloji mevcut değildir.

Son zamanlarda gerek gıdaların üretimi aşamasında gerekse analiz kısmında güvenilir ve hızlı teknolojilere olan ihtiyaç artmakta, buna paralel olarak da kimyasal analiz yöntemlerine alternatif olacak yeni metotlara ihtiyaç duyulmaktadır. NIR Spektroskopisi tarımda yapılan analizlerle beraber gıda, kimya sanayisi eczacılık ve petrokimya gibi farklı disiplinlerde analiz yapmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntem özellikle gıda analizlerinde sıkça kullanılmakla beraber ülkemizde ise NIR cihazı daha çok süt ve un fabrikalarında kullanılmaktadır (Ertugay ve ark., 2011).

Yapılan literatür taramasında;

1- Mısırdaki gıda ve endüstriyel açıdan önem teşkil eden bazı bileşenlerin analizine yönelik çalışmaların henüz yapılmadığı

2- NIR kalibrasyonu geliştiren şirketlerde bile mısır ıslahı için önemli olan bileşenler konusunda tahmin modellerinin bulunmadığı

3- Ülkemizde bu alanda yapılan çalışmaların uluslararası literatürle kıyaslandığında sınırlı olduğu dikkat çekmiştir.

Belirtilen boşlukları doldurmak amacıyla kurgulanan bu çalışmada, mısırdaki gıda ve endüstriyel kullanım için önem taşıyan bazı kantitatif özelliklerin belirlenmesi için NIRS spektroskopisi ile tespitine yönelik kalibrasyon modellerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.



BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Melchinger ve ark. (1986) yürüttükleri çalışmada farklı genotiplerden 110 tane ve 135 sap örneği analiz ederek, ham protein, ham yağ, nişasta ve suda çözülebilir karbonhidratların içeriğiyle ilgili çoklu doğrusal regresyon (MLR) modeline dayalı bir NIRs kalibrasyonu geliştirilmiştir. Benzer şekilde asit ortamda çözünen lifli maddeler (ADF) ve sapta metabolik enerji (ME) ile ilgili tahmin modelleri oluşturmuştur. Tahmin denklemlerinin çoklu belirtme katsayıları ME için 0,80 ve ham protein için 0,94 olarak bulunmuştur. Araştırmacılar NIRS ile incelenen kalite özelliklerinin geleneksel yöntemlerle benzer derecede değerlendirilebileceği sonucuna vardıklarını ve çeşitli kalite özelliklerinin hızlı ve güvenilir bir şekilde kullanılabilen bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir.

Orman ve Schumann (1991) mısır tanesinde protein, yağ ve nişasta içeriğinin belirlemek amacıyla üç tip spektral veri üzerinden kalibrasyon modelleri geliştirmiştir. Araştırmada spektral veri olarak 1100-2500 nm arasında öğütülmemiş tanede yansıma, 1100-2500 nm aralığında öğütülmüş ve öğütülmemiş tanelerde yansıma, 680-1235 nm arasında öğütülmemiş tanede transmisyon değerleri kullanılmıştır. Yapılan araştırmanın sonucuna göre en iyi tahmin modellerinin öğütülmüş tanelerden elde edilen yansıma verilerinden alındığını bildirmişlerdir. Geliştirilen kalibrasyonların standart hatası ile referans olarak kullanılan metotların standart hatası karşılaştırıldığında bu değerler arasındaki belirtme katsayısının 0,70'den büyük olduğu saptanmıştır. Öğütülmemiş taneden elde edilen kalibrasyon denklemlerinin özellikle protein için yüksek standart hata değerine (SEP) sahip olduğu, yağ ve nişasta tahmini için R^2 değerlerinin öğütülmüş örneklerle oluşturulan modellerden daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Orman ve Schumann (1992) tek mısır tanesinde yağ içeriğinin tahribatsız şekilde tespit etmek amacıyla Yakın Kızıl Ötesi Transmisyon Spektroskopisinin (NITS) kullanım potansiyelini araştırdıkları çalışmalarında 850 ve 1050 nm aralığında spektral veri toplayarak bir kalibrasyon modeli geliştirmişlerdir. Yağ içeriğinin tespitinde referans analiz olarak Nükleer Manyetik Rezonans (NMR) cihazını kullanmışlardır. Oluşturulan kalibrasyon modelinde çapraz doğrulamanın standart hatası %1,2 olarak bulunmuştur. Araştırmacılar NMR kadar doğru sonuç vermese de NIT spektroskopinin yüksek yağ içeriğine sahip tanelerin seçilmesinde yarar sağlayacağını bildirmişlerdir.

Campbell ve ark. (1997) mısır tanesinde amiloz içeriğini hızlı ve tahribatsız bir şekilde tespitinde yakın kızılötesi transmitans spektroskopisinin (NITS) kullanım potansiyelini araştırmak amacıyla bir kalibrasyon modeli oluşturmuştur. Kalibrasyon geliştirmek amacıyla Kısmi En Küçük Kareler (PLS) regresyonundan yararlanan araştırmacı, kalibrasyon geliştirmek amacıyla mutant karakterli farklı ıslah materyallerini kullanmıştır. Kolorometrik olarak saptanan tane amiloz içeriği değerleri ile NITS tahmin değerleri arasında 0,94'lük bir korelasyon katsayısı (r) gözlemlenmiş fakat tahmine ait standart hata (SEP = 3,5) yüksek bulunmuştur. Araştırmacı NITS ile yüksek amiloz içeriğine sahip genotipler ve mumlu genotiplerin ayrılabilceğini rapor etmiş ve uygulamada bu teknikten yararlanılabileceğini bildirmiştir.

Campbell ve ark. (1999) mısırdaki tanesinde toplam amiloz içeriği ve nişasta içerisindeki amiloz içeriğini Yakın Kızıl Ötesi Transmittans spektroskopisi ile tahminlemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada En Küçük Kareler Regresyonu (PLSR) ve Yapay Sinir Ağları (ANN) yöntemleri kullanılarak tahmin modelleri oluşturulmuş ve doğrulanmıştır. Kalibrasyon modellerinin karşılaştırılması amacıyla, belirtme katsayısı (R), tahminin standart hatası (SEP) ve amiloz içeriğine ait standart hatanın SEP değerine oranı (RPD) parametrelerinden yararlanılmıştır. Araştırma bulguları nişastada amiloz içeriği ($R^2 = 0,96$, SEP = %5,1, RDP = 3,8) ve tane amiloz içeriğine ($R^2 = 0,96$, SEP = %2,7, RPD = 3,5) ait tahmin modellerinin benzer hassasiyet seviyesine sahip olduklarını göstermiştir. Bu çalışmada NIT ile geliştirilen modellerin düşük hassasiyette bulunmasına karşın, söz konusu modellerin tarama amaçlı faydalı olabileceği belirtilmiştir.

Kays ve ark. (2000) yürüttükleri çalışmada yağ, şeker ve lif içeriği bakımından farklılık gösteren için buğday, yulaf, pirinç, çavdar, mısır, darı, karabuğday ve çeşitli yağ, şeker ve lif içeriğine sahip toplam 147 örnekten oluşan bir sette protein içeriğinin tespiti amacıyla kısmi en küçük kareler (PLS) regresyonu kullanılarak bir NIR kalibrasyon modeli oluşturulmuştur. Örneklerin azot içerikleri Dumas yöntemine göre tespit edilmiştir. Azot için çapraz doğrulamanın standart hatası ve R^2 değerleri sırasıyla %0,090 ve 0,973 bulunmuştur. Bağımsız doğrulama örneklerin (n=72) standart hatası %0,079 ve R^2 değeri 0,984 olarak saptanmıştır. Araştırma sonucunda heterojen yapıya sahip tahıl ürünlerinin azot ve ham protein içeriğini NIR yansıma spektroskopisi ile hızlı ve doğru şekilde tahmin edilebileceği vurgulanmıştır.

Cozzolino ve ark. (2001) 400 farklı mısır örneği kullanarak mısır tanesinde bazı kimyasal bileşenlerin analizi amacıyla bir NIR kalibrasyon modeli geliştirmişlerdir. Araştırma bulgularına göre, kuru madde, ham protein, ADF, NDF, in vitro organik madde sindirilebilirliği (IVOMD) ve kül için NIRS kalibrasyon istatistiği R^2 katsayıları ve çapraz doğrulamanın standart hatası (SECV) sırasıyla 0,72 (SECV 9,5), 0,96 (SECV 7,7) , 0,98 (SECV16,5), 0,96 (SECV 34,3), 0,98 (SECV 17,8) ve 0,98 (SECV 6,1) olarak bulunmuştur. Araştırmacılar tüm örneklerde kuru madde ve hemiselüloz için oluşturulan tahmin modellerinin zayıf olduğunu, buna karşın ADF, NDF ve IVOMD için oluşturulan kalibrasyon modellerinin iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Geniş gen havuzlarının taranmasında ve silajlık mısır ıslah programlarında NIRS yönteminin ADF ve NDF içeriğini analiz etmede kullanılabileceği gibi IVOMD için de kullanılabileceğini ifa etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca mısırdaki kimyasal bileşenlerinin tahmininde NIRS'ın önemli bir potansiyele sahip olduğunu vurgulamışlardır.

Paulsen ve ark.(2003) yürütmüş oldukları mısırdaki nişasta verimi belirlemek amacıyla bir NIR tahmin modeli geliştirmiştir. Çalışmada model geliştirmek amacıyla materyal olarak toplamda 940 adet mısır örneğiyle çalışılmış ve kalibrasyon seti dışında 304 farklı numune ile oluşturulan modelin güvenilirliği test edilmiştir. Araştırmacılar geliştirilen kalibrasyon modelinde tahminin standart hatası (SEP) 1,06 ve belirtme katsayısı (R^2) 0,77 olduğunu belirtmişlerdir. Bu bulgulara dayanarak NIR ile tahmin edilen nişasta verim değeri ile referans analiz değerleri benzer olan örneklerin %95 oranında olduğu ve yaklaşık %2,1'lik bir sapmanın olabileceği bildirilmiştir. Bu kalibrasyonun yüksek ve düşük nişasta verimine sahip örneklerin ayırımında başarılı olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Brenna ve Berardo (2004) Yakın Kızıl Ötesi Spektroskopisi'ni (NIRS) kullanarak mısırdaki karotenoid içeriğinin belirlenmesine ve elde edilen verilerin, yüksek performanslı sıvı kromatografisiyle (HPLC) elde edilen verilerle karşılaştırmak amacıyla 61 farklı mısır varyetesinden 120 örneği üzerinde bir çalışma yürütmüşlerdir. Karotenoid içeriğinin tespiti amacıyla oluşturulan modellerde Modifiye Kısmi En Küçük Kareler (MPLS) yönteminden yararlanmışlardır. Modelin çapraz doğrulamasında HPLC değerleri ile NIRS tahminleri arasında yüksek korelasyonlar olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar öğütme işlemi yapıldıktan sonra NIRS ile mısırdaki karotenoid içeriğinin hızlı bir şekilde belirlenebileceğini belirtmişlerdir.

De Alencar Figueiredo ve ark. (2006) sorgumda amiloz içeriği (AM), protein içeriği (PR), yağ içeriği (LI), endosperm dokusu (ET) ve sertlik (HD) gibi özellikleri NIRS ile tahmin edebilmek amacıyla 278 sorgum örneğini kullandıkları çalışmada örneklerden tane ve öğütülmüş olarak spektral veriler toplamış ve NIR tahmin modelleri geliştirmiştir. Kalibrasyon denklemlerinin güvenilirlikleri, belirtme katsayısı, ortalama tahmin sapması, laboratuvarın standart hatası (SEL) ve sapma performans oranı (RPD) ile değerlendirilmiştir. Öğütülmüş örneklerden alınan spektrumlar ile oluşturulan modeller öğütülmemiş taneden alınan spektrumlarla oluşturulan modellerden daha iyi sonuç vermiştir. Oluşturulan tahmin modellerinden protein oranına ait denklemin kalite kontrolü (RPD 5,7), ET, LI ve HD denklemlerinin (sırasıyla 2,9, 2,6 ve 2,6 RPD) taramada amaçlı kullanılabileceğini rapor edilmiştir. Araştırmada amiloz içeriğine ait RPD değerinin 1,8 olduğu ve bu nedenle söz konusu özelliğin NIRS ile tahmin edilmesinin kolay olmadığı bildirilmiştir.

Bai ve ark. (2006) mısır sapında in vitro kuru madde sindirimi (IVDMD) yakın kızılötesi spektroskopisinde belirlenmesi için tahmin modellerinin oluşturulması amacıyla farklı ekolojik çevrelerden elde edilen 600 örnekten seçilen 161 numuneyle bir çalışma yürütmüştür. Spektral veride farklı önileşim ve dalga boyu aralıklarının tahmin gücüne etkisini karşılaştırmak amacıyla Kısmi En Küçük Kareler (PLS) regresyonundan yararlanılmışlardır. Çalışmada oluşturulan modelin IVDMD değerini ölçmek için uygun olduğu ve kalibrasyona asit belirtme katsayılarının çapraz ve dış doğrulama için sırasıyla 0,9073 ve 0,9066 olduğu görülmüştür. Ayrıca tahmin modelinin tahmine ait ortalama hatası %2,08 ve materyaldeki NIRS tahmini ile referans IVDMD arasında korelasyon katsayısı (R) 0,956 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak geliştirilen NIR tahmin modellerinin mısır sapında IVDMD' yi ölçmek için basit ve etkili bir araç olduğu ve bu yöntemin silajlık mısırın kalite unsurlarının taranması ve değerlendirilmesinde önem taşıdığı bildirilmiştir.

Baye ve ark. (2006) mısırdaki tane içeriğinin yakın kızılötesi yansıma (NIR) ve yakın kızılötesi transmittans (NIT) spektroskopisi ile tespit etmek amacıyla farklı çevrelerde yetiştirilen genotiplerden alınan 2160 mısır tanesinden spektrum toplamıştır. Bu materyal ile oluşturulan tahmin modelinin güvenilirliği 480 adet harici örnek ile test edilmiştir. Ayrıca çalışmada referans analiz sonuçlarının oransal ve mutlak değer olarak kullanılması durumunda NIR tahmin modellerinin güvenilirlikleri de ele alınmıştır. Yakın kızıl ötesi geçirim spektroskopisinin mısırdaki tane içeriğini analiz etmek amacıyla uygun olmadığını bildiren araştırmacılar, NIR spektroskopisinin bu amaçla kullanılabileceğini rapor

etmişlerdir. Araştırmacılar öğütölmüş örneklere kullanılarak elde edilen elde edilen referans analiz sonuçlarını kıyaslamış ve oransal miktarlar üzerinden oluşturulan tahmin modellerine göre mutlak değere üzerinden oluşturulan modellerin daha güvenilir olduğunu bildirmişlerdir.

Armenta ve ark. (2007) farklı tür ve kökene sahip yemeklik yağlarda asitlik ve peroksit indeksinin yakın kızılötesi spektroskopisi kullanılarak belirlenmesi amacıyla kemometrik bir yöntem geliştirmiştir. NIR verileri kullanarak farklı türlere ait yağların ayrımı gerçekleştirilmiş ve En Küçük Kareler (PLS) çok değişkenli kalibrasyon yöntemine dayalı tahmin potansiyelleri değerlendirilmiştir. Model güvenilirliklerini test etmek amacıyla doğrulamaya ait hata kareler ortalaması (RMSEV) ve tahmine ait hata kareler ortalaması (RMSEP) kontrol parametresi olarak kullanılmış ve farklı önışlemleri karşılaştırmıştır. Çalışmada asitlik için RMSEP değerini zeytin yağı ve diğer yağlı tohumlular için sırasıyla %0,034 ve %0,037 (w/w) olarak bulmuştur. Araştırmacılar geliştirdikleri yöntem ile yemeklik yağlarda peroksit indeksinin taranması amacıyla asitlik değerinin tespitinde NIR'in güvenilir ve kısa sürede sonuç veren bir teknik olduğunu rapor etmişlerdir.

Jiang ve ark. (2007) mısırdaki ham protein, nişasta, ve yağ içeriğini tek tohum üzerinden tespit etmek için NIR kalibrasyon modelleri geliştirmek amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Araştırmada materyal olarak olarak 309 mısır örneğinden 109 adet nitelikli mısır (yüksek proteine sahip 7, yüksek nişasta değerine sahip 12, yüksek yağlı 43, düşük proteine sahip 5, düşük nişasta oranına sahip 12 ve düşük yağ oranına sahip 30) ve 200 adet ticari hibritlerden alınan koçan örnekleri kullanılmıştır. Kalibrasyon denklemleri Kısmi En Küçük Kareler (PLS) regresyonu ile geliştirilmiştir. Yakın Kızılötesi Spektroskopisi ile referans metodlar ile belirlenen değerler çapraz ve dış doğrulama ile doğrulanmış ve aralarında yüksek bir ilişki olduğu görölmüştür. Protein için çapraz doğrulama ve dış doğrulama katsayıları sırasıyla 0,91 ve 0,94, nişasta için 0,90 ve 0,89 ve yağ için 0,94 ve 0,95 olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar Yakın Kızıl Ötesi Spektroskopisi'nin (NIRs) ıslah programlarında yağ, protein ve nişasta içeriğini tahmin etmede doğru ve örneği tahrip etmeyen bir yöntem olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Yang ve ark. (2009) mısır tanesinde yağ oranı ve yağ asitlerinin tespitine yönelik yakın kızılötesi yansıma spektroskopisi NIRS modelleri geliştirmek amacıyla normal safhatlar, yüksek yağlı safhatlar ve yüksek yağlı rekombinant hatlar içeren 294 mısır örneğini materyal olarak kullanmışlardır. Mısırdaki başlıca yağ asitleri palmitik, stearik,

oleik and linoleik asitleri ile toplam yağ içeriği hakkında analizler yapılmıştır. Araştırmacılar Kısmi En Küçük Karaler (PLS) regresyonu kullanmış ve iç doğrulama ile modellerin güvenilirlikleri test edilmiştir. Oleik asit, linoleik asit ve yağ konsantrasyonları için çapraz doğrulama ait belirtme katsayıları sırasıyla 0,89, 0,88 ve 0,91, dış doğrulama için belirtme katsayıları 0,86, 0,84 ve 0,92 olduğu rapor edilmiştir. Geliştirilen modelin oleik asit, linoleik asit ve yağ konsantrasyonunun tayini için kullanılabileceğini ancak palmitik ve stearik asit konsantrasyonları için modelin yeterli derecede (çapraz ve dış doğrulama belirtme katsayısı <80) olmadığı bildirilmiştir. Araştırmacılar geliştirilen modelin yağ kalitesinin ve miktarının iyileştirilmesine yönelik ıslah çalışmalarında kullanılabilecek yararlı ve güvenilir bir yaklaşım modeli olduğunun altını çizmişlerdir.

Tallada ve ark. (2009) 87 farklı mısır genotipinden otuzar örnekten oluşan (toplamda 2160) bir set kullanarak lizin, triptofan, ham protein yağ ve çözünebilir şeker içeriğini tespiti için tahmin modelleri geliştirmiştir. Kullanılan örneklerden 904 ila 1685 nm arasında spektrum alınan çalışmada hem nispi hem de mutlak değer üzerinden referans analiz sonuçları alınmıştır. Kalibrasyon modelleri geliştirmek için Kısmi En Küçük Kareler Regresyonu (PLSR) metodundan yararlanılmış ve dış doğrulama ile model güvenilirlikleri test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en güvenilir tahmin sonucu ham protein oranı (R^2_p değeri 0,75 ve SEP değeri %0,47) için oluşturulan modelden elde edilmiştir. Triptofan, lizin ve yağ içeriği için tahmin güvenilirliğinin düşük olduğu fakat öğütülmemiş tohumların bu özellikler bakımından ayırmak amacıyla NIR tekniğinin önemli bir potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir.

Spielbauer ve ark. (2009) öğütülmemiş mısır tanesinde nişasta, protein, yağ ve tek tohum ağırlığının tespit edilmesi amacıyla bir NIR sistemi geliştirmiştir. Nişasta, protein ve yağ kalibrasyonları toplu NIR analiz cihazları ile benzer sonuçlar vermiştir. Ayrıca geliştirilen NIR enstürmanının mutan ve normal tohumları kalitatif ve kantitatif olarak ayırabildiği belirtilmiştir. Geliştirilen cihaz 4-6 saniye içerisinde tohum ağırlığı ve spektral veriyi alabilmektedir. Geliştirilen cihazdan alınan sonuçlar tek tohum-NIR analiz sistemlerine önemli üstünlüklerinin olduğunu göstermiştir. Bu teknolojinin genetik ve fizyolojik çalışmalar için çok amaçlı olarak kullanılabileceği rapor edilmiştir.

Berardo ve ark. (2009) İtalya'nın farklı bölgelerinden toplanan yerel popülasyonlardan 633, farklı ülkelerin gen havuzlarından 519 ve European Union Maize Landraces Core Collection (EUMLCC) dan 93 olmak üzere toplamda 1245 mısır örneği kullanılarak ham protein, ham yağ ve nişasta içeriklerinin belirlenmesi amacıyla bir NIR kalibrasyon modeli geliştirmişlerdir. Araştırmacılar Modifiye Kısmi En Küçük Kareler

(MPLS) regresyonu metodundan yararlanmışlardır. Çalışmada geliştirilen NIR denklemlerinden ham protein için çapraz doğrulamada belirtme katsayısı (R^2) 0,66 ile 0,91 arasında ve nişastada performans sapma oranı (RPD) 1,71 ile 3,31 arasında değişim göstermiştir. Araştırmacılar incelenen özellikler için NIR kalibrasyon modelleri geliştirmiş ve kullanılan materyallerin taranması amacıyla bu kalibrasyonları kullanmışlardır.

Başlar ve Ertugay (2011) 120 farklı ekmeklik buğday çeşidini materyal olarak kullanmak suretiyle buğday ununda protein oranı ve un kalitesini belirlemeye yönelik olarak bir NIR kalibrasyonu geliştirmiştir. Glüten oranı, protein oranı, Zeleny sedimentasyon ve glüten indeks değeri hakkında tahmin modelleri oluşturulan çalışma sonucunda incelenen özelliklerde NIR tahminleri ve referans analizler arasındaki korelasyon oldukça yüksek ($r = 0,985, 0,976, 0,953, 0,924$) bulunmuştur. Araştırmacılar NIR spektroskopisinin protein, glüten ve glüten indeks değerlerinin tespitinde kullanılabileceğini tespit etmiştir.

Egesel ve Kahrıman (2012) 138 farklı mısır genotipine ait örnekler kullanılarak mısır ununda yağ, protein, karbonhidrat ve kül oranının Yakın Kızılötesi Spektroskopisi ile tayininde kullanmak suretiyle farklı kalibrasyon modellerinin karşılaştırılması amaçlamışlardır. Toplam yapılan çalışmada Çoklu Doğrusal Regresyon (MLR) ve Kısmi En Küçük Kareler Regresyonu (PLSR) yöntemlerinden yararlanılarak farklı tahmin modelleri geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri modelde protein oranı yüksek doğruluk değerlerine sahiptir ($rPLSR=0,987$ ve $rMLR=0,990$) tespit etmişlerdir. Modellerin karşılaştırılmasında; genel olarak MLR yöntemi ile oluşturulan matematiksel modellerin daha başarılı olduğu, buna karşın dış validasyon işleminde PLSR yönteminin hata payının daha düşük olduğu bulunmuştur (yağ için $rMLR=0,823$, $rPLSR=0,723$; karbonhidrat için $rMLR=0,801$, $rPLSR=0,755$; kül için $rMLR=0,926$, $rPLSR=0,810$). Protein oranının tahminlenmesinde her iki metodun da oldukça etkili olduğu, diğer özellikler için tahminleme hassasiyetinde ise biraz daha iyileştirmeye ihtiyaç olduğu anlaşılmıştır.

Kahrıman ve ark. (2015) 120 farklı genetik yapıya ve biyokimyasal özelliklere sahip mısır örneklerinde toplam karotenoid içeriklerinin belirlenmesine yönelik tahmin modellerinin oluşturulması amacıyla yürütmüşlerdir. Geliştirdikleri kalibrasyon modellerinin güvenilirliklerini test etmek amacıyla Çoklu Doğrusal Regresyon (MLR) ve Kısmi En Küçük Kareler Regresyonu (PLSR) yöntemlerinden yararlanmışlardır. MLR modeli ($SEE=1,146 \mu g/g$, $RMSEC=1,139 \mu g/g$, $r=0,919$) PLSR modelinden ($SEE=1,054 \mu g/g$, $RMSEC=1,048 \mu g/g$, $r=0,932$) düşük güvenilirliğe sahip olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar Yakın Kızılötesi Spektroskopisi ile karotenoid içeriğinin tespitinin mümkün

olduğunu rapor etmişlerdir.

Egesel ve ark. (2015) Farklı genetik özelliklere sahip 256 adet mısır örneğini materyal olarak kullanmak suretiyle mısırdaki protein ve yağ oranını tespit etmek amacıyla tane ve öğütülmüş numunelerden spektrumlar alınarak kalibrasyon modelleri oluşturmuşlardır. Kalibrasyon modelleri için Kısmi En Küçük Kareler Regresyonu (PLSR) ve Çoklu Doğrusal Regresyon (MLR) metodlarından yararlanmışlardır. Dış doğrulama (n=20) ile modeli teste tabi tutmuşlardır. Araştırmacılar öğütülmüş örneklerde protein oranı için MLR (RMSEC=0,5482; SEE=0,5494; $r=0,882$; $R^2=0,7776$) ve PLSR (RMSEC=0,5504; SEE=0,5516; $r=0,880$; $R^2=0,7758$) yönteminin tahmin gücü bakımından benzerlik gösterdiği, yağ oranı için ise PLSR (RMSEC=0,4429; SEE=0,4439; $r=0,719$; $R^2=0,5179$) yöntemine göre MLR modelinin tahmin gücünün daha yüksek olduğu ifade etmişlerdir. Yapılan dış doğrulama sonucunda yağ oranında MLR modelinin daha doğru sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir fakat protein oranı için modeller arasında bir değişim olmadığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar sonuç olarak örnek yapısı ve istatistik yönteminin tahmin gücü için önemli derecede bir etkisinin olduğunu, öğütülmüş örneklerde ölçüm yönteminin daha başarılı sonuç verdiğini ifade etmişlerdir.

Fassio ve ark. (2015) Yakın Kızılötesi Spektroskopisi (NIRS) kullanarak mısırdaki yağ içeriğini belirlemek amacıyla 256 mısır örneği materyal olarak kullanmıştır. Örneklerden 2 nm aralıklarla VIS ve NIR bölgelerinde (400-2500 nm) spektral veri alınmıştır. Kalibrasyon setinde yağ içeriğinin tahmini için belirtme katsayısı %0,90 ve çapraz doğrulamanın standart hatası %0,17 olarak bulunmuştur. Araştırma bulgularına dayanarak mısır tanesinde yakın kızılötesi spektroskopisinin yağ içeriği tayininde kullanılabileceği ifade edilmiştir. Ayrıca elde edilen kalibrasyon modelinin güvenilirliğini test etmek için daha geniş bir örneklem seti ile çalışılacağı bildirilmiştir.

Redaelli ve ark. (2016) NIRS kullanarak mısır unlarında toplam antioksidan kapasitesi (TAC)'ni belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, F1 tohumları, ticari melezler ve yerel çeşitlerden oluşan toplam 391 örnek kullanmışlardır. Ayrıca bu çalışmada çözünür fenolik içeriği (SPC) için bir kalibrasyon modelinin geliştirilmesi ve test edilmesi için 81 numuneden oluşan bir set kullanılmıştır. Toplam antioksidan içeriği için oluşturulan modellere bu özelliğe yönelik hem küresel hem de lokal kalibrasyonların geliştirilebileceğini göstermiştir. Araştırmacılar NIR spektroskopisinin gıda endüstrisi için genotiplerin taranması amacıyla kullanılabileceğinin altını çizmişlerdir.

Egesel ve ark. (2016) Mısır tanesinde yağ asitlerinin analizleri yüksek maliyetli ve zahmetli prosedürler alternatif metotların kullanımını gerekli kılmaktadır. NIR spektroskopisi bu amaçlarla bitki ıslahı, gıda ve yem endüstrisi ve biyoyakıt üretimi gibi mısır tanesinin farklı formlarının (örn; tüm tohum, un veya yağ) materyal olarak kullanıldığı farklı alanlarda avantajlara sahiptir. Farklı numuneler (tam tane, un ve yağ) ve bu örneklerin spektrumlarına konvansiyonel regresyon yöntemleri kısmi en küçük karaler regresyonu (PLSR) ve çoklu doğrusal regresyon (MLR) uygulayarak mısırdaki yağ kalite özelliklerinin tahmin potansiyelini araştırılmıştır. 120 mısır örneğini analiz ederek, oleik asit, linoleik asit, oleik / linoleik asit oranları, toplam çoklu doymamış yağ asidi (PUFA), toplam doymuş yağ asidi ve toplam tekli doymamış yağ asidi, için MLR ve PLSR kalibrasyon modelleri geliştirilmiştir. Burada geliştirilen modellerin tahmin doğruluğu bakımından güvenilirlikleri ayrı bir örnek grubu ile (n=30) test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar un ve yağ numunelerinden elde edilen kalibrasyonlar ile yağ asitlerinin yüksek derecede doğrulukla tahmin edilebileceğini, buna karşılık tane örneklerinden oluşturulan kalibrasyonların tatmin edici sonuçlar vermediğini ortaya koymuştur. PLSR ve MLR yöntemleri sırasıyla un ve yağ numunelerinde daha iyi sonuçlar vermiştir. PUFA, hem undan (PLSR modeli, tahminin standart hatası [SEP] %1,78, göreceli performansın sapmasına [RPD] 3,09, $R^2 = 0,93$) hem yağdan (MLR için Model, SEP %0,85, RPD 6,52, $R^2 = 0,98$) en başarılı şekilde tahmin edilen özellik olmuştur. Kalibrasyon geliştirmede örneklem tipi ve kemometrik yöntemin önemli faktörler olarak ele alınması gerektiği ve bu faktörlerin etkilerinin analiz edilen özelliklere bağlı olarak değişebileceği sonucuna varılmıştır.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu tez çalışmasında materyal olarak tane içeriği bakımından farklılık gösteren 250 adet farklı mısır genotipi kullanılmıştır. Bu genotipler ÇOMÜ, Ziraat Fakültesi Tarla bitkileri Bölümü'nde yürütülen mısır ıslah çalışmaları programı kapsamında kullanılan 100 farklı ebeveyn ve hibrit genotipin yanı sıra Karadeniz Bölgesinde 120 adet köy popülasyonu ile diğer 30 hibrit çeşit ise ülkemizde tanesi için yetiştirilen atdışi ve sert tane yapısına sahip çeşitlerden oluşmuştur (Çizelge 1). Bu materyallerden çalışma amacına uygunluk yönünden ÇOMÜ materyalleri özellikleri bilinen yüksek ve düşük değerler içeren genotipler tespit edilerek seçilmişlerdir. Bu set içerisinde lisin, karotenoid, triptofan içeriği, mum ve amiloz içeriği bakımından farklı hat ve hibritler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılacak ticari hibritler ise Çanakkale ve Bursa'da bulunan mısır tohumluk firmalarından temin edilmişlerdir. Yerel genotipler ise Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde yürütülen 2013 yılına ait denemelerden temin edilmiş materyallerdir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller

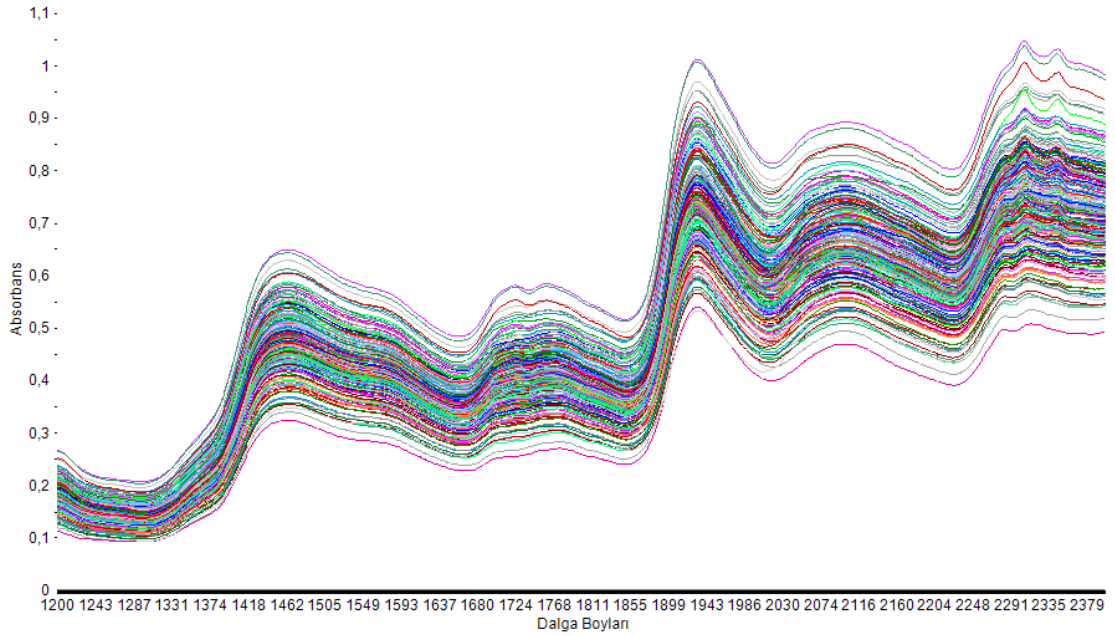
Özelliği	Materyalin Niteliği	Sayı
Islah Materyalleri (Saf hatlar ve deneysel hibritler)	ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde yürütülen ıslah çalışmalarına ait projede ele alınacak özelliklerin birçoğu bakımından önemli bir değişime sahip olduğu bilinen materyaller	100
Köy Popülasyonları	Ülkemizin farklı illerinden toplanmış (Karabük, Samsun, Kastamonu, Amasya, Trabzon, Giresun, Samsun, Tokat, Artvin, Ordu, Sinop, Zonguldak, Bolu) yerel mısır popülasyonları	120
Ticari Hibritler	Ülkemizde faaliyet gösteren firmaların yurtiçinde ticari olarak pazarladığı ve yaygın olarak tane amaçlı yetiştiriciliği yapılan hibritler	30

3.2. Yöntem

3.2.1. Örnek Hazırlığı ve Spektrum Alma

Laboratuvar analizleri ve NIR ölçümlerinin yapılabilmesi için kullanılacak olan materyaller ön hazırlık aşamasına tabi tutulmuştur. Mum analizleri için bu aşamada her örnekten 50 adet tane tesadüfi olarak seçilmiş daha sonra zein analizleri için bu örneklerden 30 adet tane ayrılıp buzdolabında muhafaza edilmiştir. Geriye kalan örneklerden 0,5 mm elek çapına sahip değirmende (Fritsch, pulverisette 14, Almanya) öğütülmüştür.

Öğütülen bu örneklerden NIR cihazının (Spectrastar 2400D, Unity Scientific, USA) döner kabında spektrum alınmıştır. NIR cihazının çalışma aralığı 1200-2400 nm arasında 1 nm aralıklarla spektrum işlemi yapılmış daha sonra toplanan veriler .jdx formatında kaydedilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan öğütülmüş numunelerden 1200-2400 nm arasında alınan spektrumlara ait grafik

3.2.2. Ölçülen Özellikler

Yöntemin ikinci aşamasında NIR kalibrasyonu modellerinde hedef değişken olarak atanan özellikler laboratuvar analizleri için gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerle ilgili olarak yapılan işlemler aşağıdaki başlıklar halinde sıralanmıştır.

3.2.2.1. Nem Oranı (%)

Öğütülmüş numunelerden nem içeriklerinin tespit etme amacı örnek içerisindeki bileşen içeriğinin kuru madde oranına göre düzeltilmesidir. Öğütülmüş olan örneklerin analizinde nem içerikleri CRA (1999) metoduna uygun olacak şekilde belirlenmiştir. Nem içeriğinin tespiti amacıyla 2 g öğütülmüş örnek alınmış, daha önceden tarası alınmış olarak ağırlığı kaydedilen bir petri kabına konulmuştur. Örneklerin ağırlıkları alındıktan sonra 3 saat boyunca 105 °C’de kurutulmuştur. Kurutma sonrası bütün örneklerin ağırlıkları kaydedilmiş ve petri ağırlıkları da kullanılarak örneklerin nem oranı tespit edilmiştir.

3.2.2.2. Yağ Oranı (%)

Örneklerin yağ içerikleri Soxhlet yöntemine uygun olarak analiz edilmiştir (AOAC, 1990). Her örnekten yaklaşık 10’ar gram öğütülmüş numune kartuşlara konulmuştur. Kartuşlar soxhlet cihazında (M-TOPS, Kore) balonlarının içlerine 185 mL dietil eter konulmuş ve 6 saat süreyle 70 °C’de muamele edilmiştir. Yağ çıkarma sonrasında ham yağ ve solvent karışımı döner evaporatörde ayrıştırılmış ve ham yağ ağırlıkları alınarak örnek ağırlıkları üzerinden yağ oranları hesaplanmıştır.

3.2.2.3. Zein İçeriği (%)

Protein analizleri için daha önceden ayrılmış olan tohumlardan 20-30 adet örnek bir gece boyunca +4°C de saf suda bekletilerek örneklerin yumuşatılması sağlanmıştır. Bu işlemten sonra tohum kabuğu ve embriyo numunelerden ayrılarak oda sıcaklığında kurutulmuştur (Yau ve ark,1999). Kurutulan numuneler sıvı azotta parçalanıp ve protein bant analizleri ile protein fraksiyonlarının kantitatif tayininde kullanılmak için -20°C de bekletilmiştir. Öğütülmüş 100 mg endosperm örneği üzerine %70’lik C₂H₅OH ve %2’lik β-merkaptotanol 15 dakika arayla çalkalayarak 1 saat boyunca proteinlerin çözünmesi sağlanmıştır. Ekstraksiyon işlemleri 22°C de yapılmıştır (Yau ve ark, 1999). Örnekler 10 dakika boyunca 10000 devirli santrifüj edilmiş tüp içerisindeki üst faz alınıp farklı bir tüpe aktarılmıştır. Ekstraktlarda Bradford yönteminden yararlanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda 1,5 mL Bradford solüsyonu 50 µL ekstrakt üzerine eklenip ve 45 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra UV-VIS spektrofotometre kullanılarak 595 nm de absorbans değerleri kaydedilmiştir (Bradford 1976). Elde edilen absorbanslar metotta yer alan formülden yararlanarak zein içerikleri tespit edilmiştir.

3.2.2.4. Lisin İçeriği (%)

Galicia ve ark (2009) tarafından önerilen yönteme göre Lisin içeriklerinin tespiti sağlanmıştır. Lisin analizi için 15 ml’lik falkon tüpler içerisine yağı çıkarılmış 100 mg örnek konulmuştur. 5 mL papain çözeltisi örneklerin üzerine aktarılmıştır. Örnekler etüve konulup 64 C’de 16 saat tutulmuş ve etüve konulduktan 1 saat sonra ve çıkarılmadan 1 saat önce vorteksleme işlemi yapılmıştır. rnek sıcaklıkları oda sıcaklığına kadar düşürüldükten sonra 5 dakika boyunca 2500 rpm’de santrifüjlenmiş ve st faz analiz için temiz bir tüpe alınmıştır. st fazdan 1 mL alınarak üzerine 0,5 mL karbonat buffer solüsyonu ve 0,5 mL bakır fosfat çözeltisi eklenmiştir. Örnekler 5 dakika çalkalandıktan sonra 2000 rpm’de 5 dakika santrifüj edilmiştir. 1 mL supernatant yeni bir tüpe alındıktan sonra üzerine 0,1 mL 2-Chloro-3,5-dinitro-pyridine eklenmiş ve vortekslemiştir. Örnekler oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiş ve her 30 dk’da bir çalkalanmıştır. Örneklerle 5 mL 1,2 N HCl eklenmiş ve vortekslenmiştir. Ardından 5 mL ethyl-acetate eklenmiş ve tüpler 10 kez alt st edilmiştir. st faz polietilen şırınga ile alınarak örneğe ait 390 nm’deki absorbans değeri spektrofotometrede belirlenmiştir. Lisin içeriğinin tespiti için lisin standardı ile hazırlanmış standart krvesinden yararlanılmıştır.

3.2.2.5. Triptofan İçeriği (%)

Galicia ve ark (2009) tarafından önerilen yönteme göre triptofan içerikleri tespit edilmiştir. Analizi için 15 mL’lik falkon tüplere yağı çıkarılmış 80 mg örnek alınmıştır. 3 mL papain çözeltisi örneklerin üzerine eklenmiştir. Örnekler 16 saat boyunca etüvde 64 C’de tutulup ve etüve konulduktan 1 saat sonra ve çıkarılmadan 1 saat önce tüm örnekler vortekslenmiştir. Örneklerin sıcaklığı oda sıcaklığına düştükten sonra 5 dakika 3600 rpm’de santrifüjlenmiş ve analiz için örneklerin st fazı temiz bir tüpe alınmıştır. st fazdan 1 mL alınarak üzerine 3 mL kolorimetrik solüsyon eklenmiştir. Örneklerle vorteksleme yapıldıktan sonra 64 C’de 30 dk inkubasyona tabi tutulmuş daha sonra oda sıcaklığına kadar soğuması için bekletilmiştir. Önceden şartlandırılan UV-VIS spektrofotometrede 560 nm’de absorbans değeri kaydedilmiştir. Örneklerin triptofan içerikleri triptofan standardı ile hazırlanmış standart krveden yararlanılarak tespit edilmiştir.

3.2.2.6. Amiloz ve Amilopektin İçeriği (%)

Farklı standart kuruluşlarında kabul edilen enzimatik bir yönteme göre tespit edilmiştir (Megazyme, 2014). Amiloz ve amilopektin analizi için firmadan temin edilecek

olan kitler kullanılmıştır. Bu metotta öncelikle numuneler dimethyl sulphoxide (DMSO) ile hidrolize edilerek numune içerisindeki nişasta ayrılmıştır. Daha sonra numunelere etanol eklenerek örneklerin hem yağı uzaklaştırılıp hem de nişasta çökeltmiştir. Çökelen örnekler acetate/tuz çözeltisi içerisinde çözülüp içerisine önceden hazırlanmış olan ConA kimyasalı eklenerek numunedeki amilopektin çökeltmiştir. Supernatant enzimatik olarak hidrolize edilmiş D-glukozdan ibarettir ve glukoz oksidaz/peroksidaz kimyasalı kullanılarak analizi gerçekleştirilmiştir. Toplam nişasta ve amiloz içeriği için elde edilen ekstraksiyon işlemleri sonucunda üst fazların spektrofotometrede 510 nm de absorbansları kaydedilmiştir. Daha sonra bu değerler firma tarafından sağlanan hesaplama dosyasına girilerek numunelerin amiloz ve amilopektin oranları tespit edilmiştir.

3.2.2.7. Mum İçeriği (mg/50 tohum)

Russin ve ark. (1977) tarafından geliştirilen yöntemle göre belirlenmiştir. Mısırdaki mum içeriğinin tespiti amacıyla kullanılacak olan balon jojelere numaralandırma yapıp ve ağırlıkları alınmıştır. Öğütme öncesi 50 adet tane tartılmış ve 1 dakika 100 mL kloroform içerisinde bekletilmiştir. Daha sonra kloroform içerisinden taneler uzaklaştırıldıktan sonra evaporatörde 30-40 °C’de kloroform uçurulmuştur. Geriye kalan mum içeriği hassas terazide tartarak kap ağırlığı çıkarılmış ve mum içeriği belirlenmiştir. Örnek ağırlığı ve tespit edilen mum içeriği kullanılarak örneklerin mum miktarı (mg/50 tohum) tespit edilmiştir.

3.2.3. Kalibrasyon Modellerinin Geliştirilmesi ve Doğrulanması

Kalibrasyon modellerinin geliştirilmesi amacıyla Unscrambler X programı kullanılmıştır. Kalibrasyon modeli geliştirme aşamasında NIR cihazında .jdx formatında birleştirilen dosya ile referans analiz sonuçlarını içeren dosya bu programda analiz edilmiştir. Çeşitli transformasyon seçenekleri bulunmakla birlikte, yaygın olarak kullanılan birinci türev ve standart normal değişim (SNV) transformasyonu ile emilim spektrumlarındaki yansıma düzensizlikleri ortadan kaldırılmıştır. Kalibrasyon modelinde yer alan her bir değişken bağımlı değişken, transforme edilmiş emilim spektrumları ise bağımsız değişken olarak atanmak suretiyle kısmi en küçük kareler regresyon (PLSR) yöntemine göre tahmin modelleri oluşturulmuştur. Bu modellerin oluşturulmasında örnek seti içerisinde tesadüfi olarak seçilen 200 örnek kullanılmıştır. Oluşturulan modeller RMSEC (Kalibrasyona ait hata kareler ortalamasının karekökü), SEE (Kalibrasyonun standart hatası), ve r (Korelasyon katsayısı) istatistiklerine göre değerlendirilmiştir. Bu

istatistikler modele ait tahmin değerleri ve referans analizi sonuçları kullanılarak hesaplanmakta olup, aşağıdaki eşitliklerde hesaplama yöntemleri gösterilmiştir.

$$RMSEC = \sqrt{\frac{\sum (YC_{pred} - YC_{ref})^2}{n}} \quad (3.1)$$

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum (YC_{pred} - YC_{ref})^2}{n-1-k}} \quad (3.2)$$

$$r = \sqrt{1 - \frac{SEE^2 (n-k-1)}{STD_{cref}^2 (n-1)}} \quad (3.3)$$

Eşitliklerde; YC_{pred} kalibrasyon modelinde tahminlenen değeri, YC_{ref} kalibrasyon setindeki örneklerin referans analiz yöntemi ile tespit edilen değerini, n kalibrasyon geliştirme amacıyla kullanılan örnek sayısını, k modelde kullanılan dalga boyu sayısını, STD_{cref} kalibrasyon setinde yer alan örneklerin referans analizlerine ait standart sapmayı göstermektedir.

NIR tahmin modellerinin güvenilirlikleri başlıca iç ve dış doğrulamaya tabi tutularak test edilmektedir. Bu çalışmada geliştirilecek tahmin modellerinin güvenilirlik durumu dış doğrulama ($n=50$) sonrasında elde edilen değerler ile doğrulama setindeki örneklerin referans analiz değerleri kullanılarak hesaplanan istatistiklere göre değerlendirilmiştir. Bu istatistikler; RMSEP (Tahmine ait hata kareler ortalamasının karekökü), SEP (Tahminin standart hatası) ve RPD (Performans sapma oranı) olup, aşağıdaki eşitliklerde istatistiklere ait hesaplama formülleri sunulmuştur.

$$RMSEP = \sqrt{\frac{\sum (YV_{pred} - YV_{ref})^2}{n}} \quad (3.4)$$

$$SEP = \sqrt{\frac{n}{n-1} (RMSEP^2 - Bias^2)} \quad (3.5)$$

$$RPD = \frac{STD_{vref}}{SE_{vpred}} \quad (3.6)$$

Eşitliklerde; YV_{pred} tahminlenen değeri, YV_{ref} referans analiz yöntemi ile tespit edilen değeri, n kalibrasyon geliştirme amacıyla kullanılan örnek sayısını, $Bias$ referans analiz değeri ile tahmin değeri arasındaki farkı, STD_{vref} dış doğrulama setinde yer alan örneklerin referans analizlerine ait standart sapmayı ve SE_{vpred} dış doğrulama setinde yer alan örneklerin tahminlenen değerlerinin standart hatasını göstermektedir.

Oluşturulan modellerde etkili faktör sayısı program tarafından önerilen değeri olarak alınmıştır. Model güvenilirliği bakımından yüksek R^2 ve r değeriğine sahip olan, RMSE ve SE değeri düşük olan ve RPD değeri 2'nin üzerinde olan modellerin doğru tahmin verebilecek modeller olduğu kabul edilmiştir.



BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Nem Oranı (%)

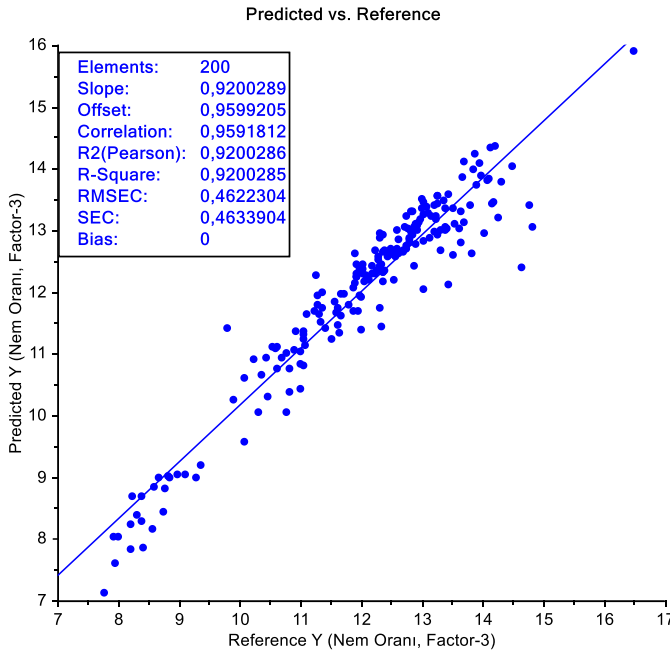
Tanede nem içeriğinin tahıl ürünlerinin fiyatlandırılmasında ve depolanmasında önemli etkileri vardır. Yürütülen bu çalışmada nem oranı için oluşturulan kalibrasyon modeline ilişkin değerlendirme parametreleri Çizelge 4.1.'de sunulmuştur. Kalibrasyon setinde kullanılan örneklerin (n=200) nem oranları %7,76 ile %16,5 arasında değişim göstermiştir. Örnekler ait ortalama değerin %12 olarak hesaplanmıştır. Bu örnekler ait standart sapmanın 1,64 olduğu tespit edilmiştir. Dış doğrulama setinde (n=50) ise örneklerin nem içerikleri %7,82 ile %13,95 arasında değişim göstermiş, örnekler ait ortalama değer %12 olarak bulunmuş ve bu örneklerin kalibrasyon setinin sınırları içerisinde yer aldığı görülmüştür (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Nem oranına yönelik oluşturulan NIR tahmin modeline ilişkin değerlendirme parametreleri

Parametre	Kalibrasyon Seti	İç Doğrulama Seti	Dış Doğrulama Seti
Örnek Sayısı (n)	200	200	50
Ortalama	12,0	12,0	12,01
Minimum	7,76	7,76	7,82
Maksimum	16,5	16,5	13,95
Standart Sapma (STD)	1,64	1,64	1,49
RMSE	0,462	0,473	0,434
SE	0,463	0,474	0,435
R ²	0,920	0,916	0,913
r	0,959	0,957	0,957
Bias	0,000	2,4274e-04	0,055
STD/SE (RPD)	3,54	3,45	3,42

†: RMSE değerleri kalibrasyon için RMSEC'i, iç doğrulama için RMSECV'i ve dış doğrulama için RMSEP'i göstermektedir. ††: SE değerleri kalibrasyon için SEC'i, iç doğrulama için SECV'i ve dış doğrulama için SEP'i göstermektedir.

Nem oranına ilişkin oluşturulan kalibrasyon modelinin tahmin gücünün yüksek olduğu ($R^2=0,920$; $r=0,959$) ve yaklaşık %0,463'lük bir hata ile nem içeriğinin tahmin edilebileceği anlaşılmıştır (Çizelge 4.1). Nem oranı için oluşturulan modelde etkili faktör sayısı 3 bulunmuştur. Oluşturulan modelin dış doğrulama işlemi sonrasında R^2 değeri 0,913 olarak bulunmuş ve referans analiz sonuçları ile NIR tahminleri arasındaki korelasyon katsayısının 0,957 olduğu saptanmıştır. Referans analizle elde edilen nem içeriği ve NIR tahminleri arasında yüksek bir ilişki olduğu Şekil 4.1'de de görülmektedir.



Şekil 4.1 Nem oranına ilişkin oluşturulan tahmin modelinde referans analiz ile NIR tahminleri arasındaki ilişki

4.2. Yağ Oranı (%)

Yağ oranı mısır tanesinde kalite bileşenlerinin başında gelmektedir. Son yıllarda yağ oranının arttırılması önemli bir ıslah amacı haline gelmiş ve farklı ülkelerde yağ oranının geliştirilmesine yönelik araştırmalar hız kazanmıştır. Bu araştırmalarda olduğu kadar ticari alanda da yağ içeriğinin tespiti ürün değerinin belirlenmesi bakımından önem arz etmektedir. Yağ içeriğinin tespitinde uygulanan klasik yöntemde 6 saatte 6 örnek analiz edilebilmekte ve yüksek bir kimyasal sarfı bulunmaktadır. Bu nedenle söz konusu bileşenin analizini mümkün kılacak pratik metotlara ihtiyaç vardır. NIR spektroskopisinin tarımsal ürünlerin analizinde kullanılmaya başlanması ile tahıl ürünlerinde yağ içeriğinin tespiti amacıyla bu cihazın kullanım potansiyelini araştıran çok sayıda çalışma

yürütülmüştür (Melchinger ve ark.,1986; Orman ve Schumann, 1991; Jiang ve ark., 2007).

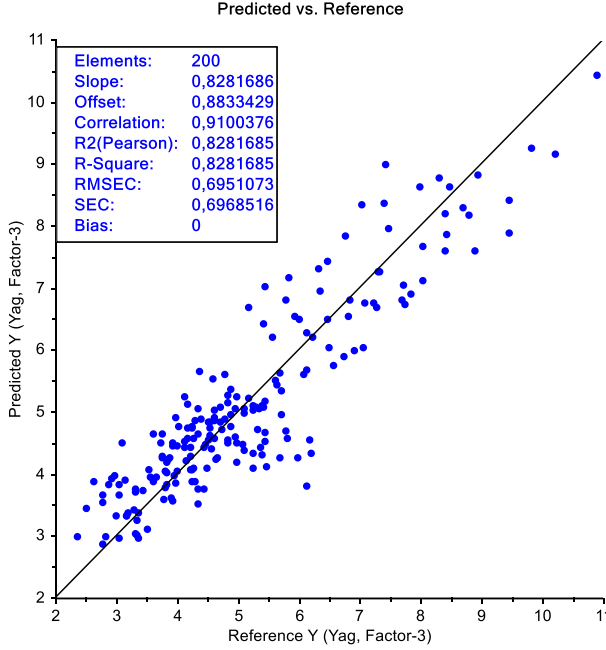
Çizelge 4.2. Yağ oranına yönelik oluşturulan NIR tahmin modeline ilişkin değerlendirme parametreleri

Parametre	Kalibrasyon Seti	İç Doğrulama Seti	Dış Doğrulama Seti
Örnek Sayısı (n)	200	200	50
Ortalama	5,14	5,14	4,79
Minimum	1,36	1,36	3,07
Maksimum	10,91	10,91	9,54
Standart Sapma (STD)	1,68	1,68	1,10
RMSE	0,695	0,716	0,535
SE	0,697	0,716	0,538
R ²	0,828	0,820	0,765
r	0,910	0,904	0,875
Bias	0	0,001	0,046
STD/SE (RPD)	2,41	2,34	2,04

†: RMSE değerleri kalibrasyon için RMSEC'i, iç doğrulama için RMSECV'i ve dış doğrulama için RMSEP'i göstermektedir. ††: SE değerleri kalibrasyon için SEC'i, iç doğrulama için SECV'i ve dış doğrulama için SEP'i göstermektedir.

Yürütülen bu çalışmada yağ oranı için oluşturulan kalibrasyon modeline ilişkin değerlendirme parametreleri Çizelge 4.2'de sunulmuştur. Kalibrasyon setinde kullanılan örneklerin (n=200) yağ içerikleri %1,36 ile %10,91 arasında bulunmuştur. Bu örneklerle ait yağ oranı ortalaması %5,14 iken dış doğrulama setine ait ortalama %4,79 olarak tespit edilmiştir. Dış doğrulama setinde kullanılan örneklerin yağ içerikleri %3,07 ile %9,54 arasında değişim göstermiş ve kalibrasyon setinin sınır değerleri arasında yer almıştır. Çalışmada yağ oranı için geliştirilen modelin etkili faktör sayısı 3'tür. Kalibrasyon ve doğrulama setlerinde R² değerinin (0,828) yüksek bulunması ve RPD değerlerinin de 2'nin üzerinde olmasının yanı sıra tahmine ait hatalar da düşük bulunmuştur. Kalibrasyon setinde korelasyon katsayısı r= 0,910 dış doğrulama setinde ise r değeri 0,875 olarak bulunmuştur. Bu bulgulara dayanarak yağ oranının tahmininde oluşturulan modelin güvenilir tahmin verebileceğine işaret etmektedir. Egesel ve Kahrıman (2012) farklı mısır genotiplerine ait mısır unlarında yapmış oldukları çalışmalarında yağ içeriği için

$rMLR=0,823$, $rPLSR=0,723$ değerlerinin bizim çalışmamızdaki değerlerden daha düşük bulunmuştur. Bu durum yağ oranına yönelik modelin tahmin gücünün yüksek olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 4.2. Yağ oranı için oluşturulan PLSR modeline ait kalibrasyon grafiği

4.3. Zein İçeriği (%)

Zeinler mısır tanesinde bulunan proteinlerin büyük kısmını oluşturan fraksiyonlardır. Endüstriyel açıdan kullanım potansiyeline sahip olan bu fraksiyonların, gıda açısından esansiyel aminoasitlerce fakir oluşu gıda kalitesini etkilemektedir. Yürütülen bu çalışmada zein oranı için oluşturulan kalibrasyon modeline ilişkin değerlendirme parametreleri Çizelge 4.3'te sunulmuştur. Kalibrasyon setindeki örneklerin zein içerikleri %1,35 ile %7,68 arasında değişim göstermiş ve bu özelliğe ilişkin ortalama değer %4,28 olarak hesaplanmıştır. Dış doğrulama setinde (n=50) minimum ve maksimum değerler sırasıyla %2,71 ve %6,25 olarak bulunmuş ve ortalama değer ise %4,28 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

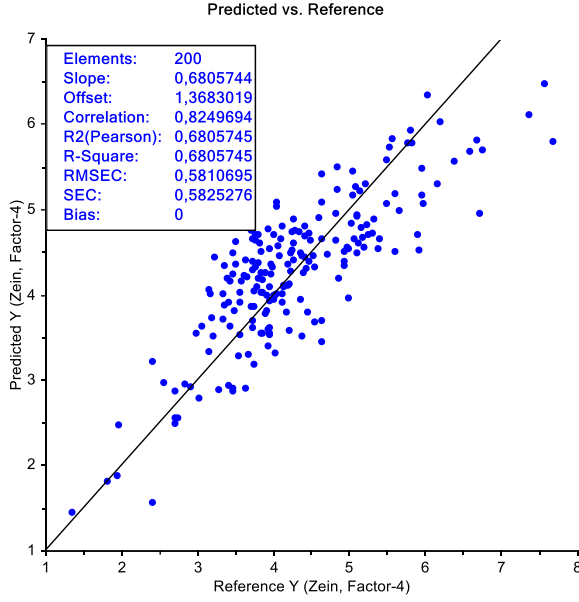
Zein içeriğinin tespitine yönelik oluşturulan kalibrasyon modeline ilişkin R^2 değeri 0,680 bulunmuş ve tahmine ait standart hata kalibrasyon setinde %0,582 olarak hesaplanmıştır. Kalibrasyon modeline ait korelasyon katsayısının da 0,824 olduğu görülmektedir. Referans analizlerle elde edilen zein değerleri ile NIR modelinden alınan tahminler arasındaki ilişkiler Şekil 4.3'te izlenmektedir. Oluşturulan modelin tahmin

potansiyelinin orta düzeyde olduğu ifade edilebilir. Modele ilişkin etkili faktör sayısı 4 alınmıştır. Dış doğrulama sonrasında zein içeriğine ait RMSE değeri %0,457 olarak tespit edilmiştir. Yine dış doğrulama setinde R^2 değerinin 0,627 ve korelasyon katsayısının 0,795 olduğu görülmektedir. Standart hata 0,458 olarak hesaplanmıştır. Dış doğrulama setinde bias değerinin 0,052 olarak bulunması söz konusu özelliğe ilişkin tahmin modelinde küçük düzeyde bir sapma olduğuna işaret etmektedir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Zein oranına yönelik oluşturulan NIR tahmin modeline ilişkin değerlendirme parametreleri

Parametre	Kalibrasyon Seti	İç Doğrulama Seti	Dış Doğrulama Seti
Örnek Sayısı (n)	200	200	50
Ortalama	4,28	4,28	4,28
Minimum	1,35	1,35	2,71
Maksimum	7,68	7,68	6,25
Standart Sapma	1,03	1,03	0,76
RMSE	0,581	0,606	0,457
SE	0,582	0,608	0,458
R^2	0,680	0,654	0,627
r	0,824	0,807	0,795
Bias	0	0,002	0,052
STD/SE (RPD)	1,76	1,69	1,65

†: RMSE değerleri kalibrasyon için RMSEC'i, iç doğrulama için RMSECV'i ve dış doğrulama için RMSEP'i göstermektedir. ††: SE değerleri kalibrasyon için SEC'i, iç doğrulama için SECV'i ve dış doğrulama için SEP'i göstermektedir.



Şekil 4.3. Zein içeriği için oluşturulan PLSR modeline ait kalibrasyon grafiği

4.4. Lisin İçeriği (%)

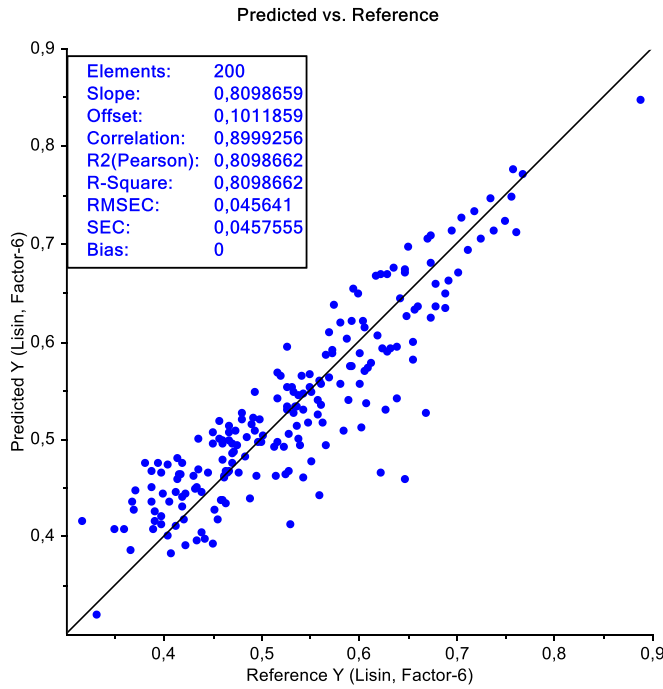
Lisin esansiyel aminoasitler içerisinde yer alan ve mısır tanesinde eksikliği gözlemlenen bileşenlerden birisidir. Gıda açısından lisin içeriğinin artırılması mısır ile oluşturulan ürünlerden elde edilen besinlerin kalitesini de olumlu yönde etkilemektedir. Çalışmamızda lisin içeriği için oluşturulan kalibrasyon modeline ilişkin değerlendirme parametreleri Çizelge 4.4.'te sunulmuştur.

Bu özellik için oluşturulan NIR tahmin modelinden elde edilen tahmin değerleri ile referans analiz sonuçları arasındaki ilişkiler Şekil 4.4'te sunulmuştur. Lisin içeriğinin tespitine yönelik oluşturulan kalibrasyon modeline ilişkin R^2 değeri 0,809 bulunmuş ve modele ait korelasyon değerinin 0,899 olduğu gözlemlenmiştir. Tahmine ait standart hata kalibrasyon setinde %0,045 olarak hesaplanmıştır. Kalibrasyon setinde RPD değeri 2,28 olarak hesaplanmıştır. Dış doğrulamaya ait R^2 değerinin 0,723 ve korelasyon katsayısının ise 0,850 olduğu görülmektedir. Dış doğrulama setinde standart hata 0,042'dir. Çizelge 4.4.'te yer alan değerlendirme parametreleri ve dış doğrulama sonuçları birlikte dikkate alındığında, lisin içeriğinin NIR cihazı ile tespitinde güvenilirliğin kabul edilebilir düzeyde olduğu dikkat çekmektedir. Lisin içeriğine yönelik oluşturulan modelde etkili faktör sayısı 6 alınmıştır. Tallada ve ark. (2009) da 87 farklı mısır genotipinden otuzar örnekten oluşan (toplamda 2160) bir set kullanarak lisin içeriğiyle ilgili yaptıkları çalışmalarında R^2 değerini 0,47 olarak saptamışlardır. Bizim araştırmamızda ise R^2 değeri (0,54) bu çalışmadan yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Lisin oranına yönelik oluşturulan NIR tahmin modeline ilişkin değerlendirme parametreleri

Parametre	Kalibrasyon Seti	İç Doğrulama Seti	Dış Doğrulama Seti
Örnek Sayısı (n)	200	200	50
Ortalama	0,532	0,532	0,464
Minimum	0,316	0,316	0,324
Maksimum	0,889	0,889	0,680
Standart Sapma	0,105	0,105	0,077
RMSE	0,045	0,047	0,043
SE	0,045	0,047	0,042
R ²	0,809	0,799	0,723
r	0,899	0,894	0,850
Bias	0	-1,822e-04	0,011
STD/SE (RPD)	2,28	2,23	1,83

†: RMSE değerleri kalibrasyon için RMSEC'i, iç doğrulama için RMSECV'i ve dış doğrulama için RMSEP'i göstermektedir. ††: SE değerleri kalibrasyon için SEC'i, iç doğrulama için SECV'i ve dış doğrulama için SEP'i göstermektedir.



Şekil 4.4. Lisin içeriği için oluşturulan PLSR modeline ait kalibrasyon grafiği

4.5. Triptofan İçeriği (%)

Triptofan normal mısır tiplerinde eksik olan diğer bir esansiyel aminoasittir. Bu aminoasitin insan vucudunda sentezlenmiyor olması dışarıdan alımını gerektirmektedir. Yurutulen bu çalışmada triptofan oranı için oluşturulan kalibrasyon modeline ilişkin değerlendirme parametreleri izelge 4.5.'te sunulmuştur. Kalibrasyon setindeki orneklere ilişkin tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde ornek setinde triptofan içeriği bakımından yeterli bir varyasyon olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.5. Triptofan içeriğine yonelik oluşturulan NIR tahmin modeline ilişkin değerlendirme parametreleri

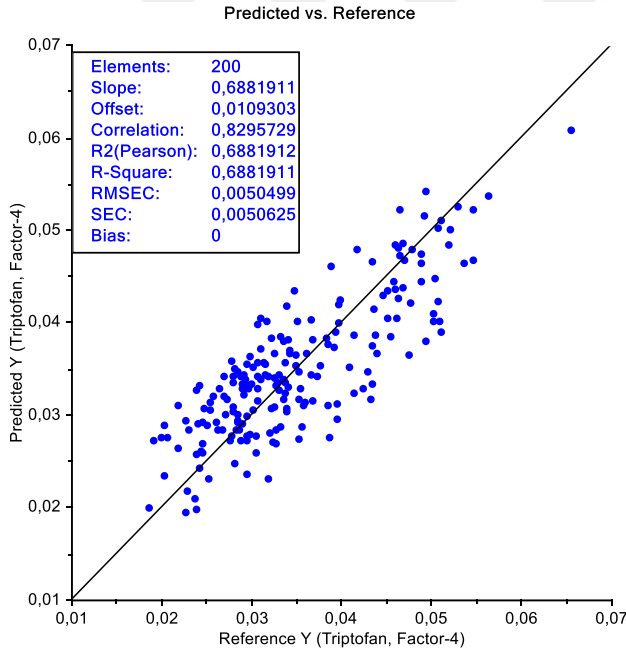
Parametre	Kalibrasyon Seti	İç Doğrulama Seti	Dış Doğrulama Seti
Ornek Sayısı (n)	200	200	50
Ortalama	0,035	0,035	0,031
Minimum	0,019	0,019	0,020
Maksimum	0,066	0,066	0,053
Standart Sapma	0,009	0,009	0,007
RMSE	0,005	0,005	0,005
SE	0,005	0,005	0,004
R ²	0,688	0,677	0,686
r	0,830	0,817	0,828
Bias	0	7,789e-06	0,002
STD/SE (RPD)	1,8	1,8	1,75

†: RMSE değerleri kalibrasyon için RMSEC'i, iç doğrulama için RMSECV'i ve dış doğrulama için RMSEP'i gostermektedir. ††: SE değerleri kalibrasyon için SEC'i, iç doğrulama için SECV'i ve dış doğrulama için SEP'i gostermektedir.

Triptofan içeriğinin analizine yonelik oluşturulan kalibrasyon setinde (n=200) triptofan içeriğinin %0,019 ila 0,066 arasında değişim gosterdiği ortalama değerin ise %0,035 olduğu gorumektedir. Kalibrasyon setine ait R² değerinin 0,068 olduğunu korelasyon katsayısının da 0,830 olduğunu gozlemlemekteyiz. Tahmin modeline ait kalibrasyon setinde standart hata 0,005 olarak hesaplanmiştır. Dış doğrulama setinde (n=50) triptofan içeriğinin %0,020 ile %0,053 arasında değişim gosterdiği ve soz konusu ozelliğe ait ortalamanın %0,031 olduğu gorumektedir (izelge 4.5). Triptofan içeriğine

yönelik oluşturulan modelin etkili faktör sayısı 4 alınmıştır. Tahminlenen değerler ve referans analizler arasında önemli bir ilişkinin olduğu ($R^2=0,686$; $r=0,828$) görülmektedir (Şekil 4.5).

Gerek iç doğrulama gerekse dış doğrulama setinde tahmine ait standart hataların ($SE=0,005$; $SE=0,004$) düşük oluşu söz konusu özelliğin NIR ile tespitinin mümkün olduğunu ortaya koymaktadır (Çizelge 4.5). Literatüre baktığımızda ise Tallada ve ark. (2009) triptofan içeriğiyle ilgili yapmış oldukları çalışmalarında R^2 değerini 0,54 olarak tespit etmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmanın ($R^2 = 0,70$; $r = 0,830$) istatistiki değerlerine baktığımızda çalışmamızın güvenilirlik açısından daha yüksek olduğunu söylemek mümkündür. Bu çalışma sonuçları arasındaki farklılıkların kullanılan cihaz ve spektral ölçüm aralığından kaynaklanabilir. Diğer taraftan söz konusu araştırmada doğrudan tohumdan spektrum alınmış olması triptofan içeriğine ilişkin R^2 değerinin düşük bulunmasına neden olmuş olabilir.



Şekil 4.5. Triptofan içeriği için oluşturulan PLSR modeline ait kalibrasyon grafiği

4.6. Amiloz Oranı (%)

Mısırdaki amiloz içeriğinin artırılmasına yönelik ıslah çalışmaları farklı ülkelerde yürütülmüş ve yüksek amiloz içeriğine sahip mısırlar geliştirilmiştir. Normal mısır tipleri %25-30 civarında amiloz bulundururken yüksek amiloz içeriğine sahip mısır tipleri %70 ve üzeri amiloz bulundurmaktadır. Yürütülen bu çalışmada amiloz oranı için oluşturulan

kalibrasyon modeline ilişkin değerlendirme parametreleri Çizelge 4.6’da sunulmuştur. Çalışmamızda kullanılan örneklerin amiloz içerikleri kalibrasyon setinde %9,89 ile %35,9 arasında, dış doğrulama setinde ise %17,7 ile %32,5 arasında değişim göstermiştir. Amiloz içeriğiyle ilgili ortalama değerin % 26,2 dış doğrulama setinde ise bu değerin ise %26,4 olduğu görülmüştür.

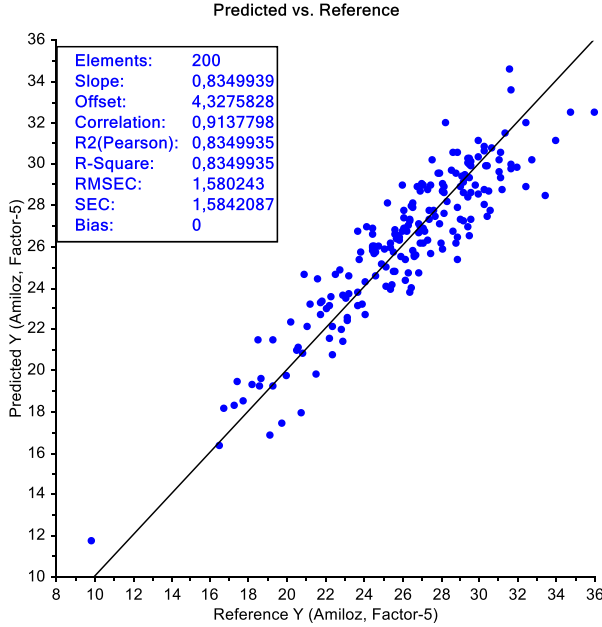
Çizelge 4.6. Amiloz oranına yönelik oluşturulan NIR tahmin modeline ilişkin değerlendirme parametreleri

Parametre	Kalibrasyon Seti	İç Doğrulama Seti	Dış Doğrulama Seti
Örnek Sayısı (n)	200	200	50
Ortalama	26,2	26,2	26,4
Minimum	9,89	9,89	17,7
Maksimum	35,9	35,9	32,5
Standart Sapma	3,90	3,90	3,19
RMSE	1,580	1,676	1,454
SE	1,584	1,680	1,459
R ²	0,834	0,815	0,788
r	0,913	0,902	0,889
Bias	0	0,029	0,164
STD/SE (RPD)	2,46	2,32	2,18

†: RMSE değerleri kalibrasyon için RMSEC’i, iç doğrulama için RMSECV’i ve dış doğrulama için RMSEP’i göstermektedir. ††: SE değerleri kalibrasyon için SEC’i, iç doğrulama için SECV’i ve dış doğrulama için SEP’i göstermektedir.

Amiloz içeriğine yönelik oluşturulan kalibrasyon modelinden elde edilen tahmin değerleri ile referans analiz sonuçları arasında yüksek düzeyde bir ilişki ($r=0,913$) olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.6). Amiloz içeriğine ilişkin modelde program tarafından önerilen etkili faktör sayısı 5’tir. Kalibrasyon setine ait R² değeri 0,834 olarak, dış doğrulama setinde ise 0,788 olarak hesaplanmıştır. Tahmine ait standart hata kalibrasyon setinde 1,584 olarak hesaplanmış, bu değer dış doğrulama setinde 1,459 olarak hesaplanmıştır. Örneklerle ait ortalamanın standart sapması kalibrasyon setinde 3,90 dış doğrulama setinde ise standart sapma 3,19 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.6). Bu bulgular NIR ile mısır tanesinde amiloz içeriğinin güvenilir şekilde tespit edilebileceğini göstermektedir. Nitekim

RPD değerlerinin 2'nin üzerinde olması bu durumu doğrulamaktadır. Campbell ve ark. (1999) mısır tanesinde toplam amiloz ve nişastada amiloz içeriğiyle ilgili çalışmalarında nişastada amiloz içeriğine ait $R^2 = 0,96$ ve tane amiloz içeriğine ait $R^2 = 0,96$ olarak tespit etmişlerdir.



Şekil 4.6. Amiloz oranı için oluşturulan PLSR modeline ait kalibrasyon grafiği

4.7. Amilopektin Oranı (%)

Amilopektin nişastanın uzun zincirli olan alt formudur ve sindirimi güçtür. Bu nedenle beslenme amacıyla kullanılacak mısır tiplerinde amilopektin içeriğinin düşük olması istenmektedir. Diğer taraftan endüstriyel kullanım açısından amilopektin içeriğinin yükseltilmesi arzu edilmektedir. Araştırmamızda amilopektin oranı için oluşturulan kalibrasyon modeline ilişkin değerlendirme parametreleri Çizelge 4.7’de sunulmuştur. Amilopektin içeriğine ait ortalama değerler kalibrasyon ve doğrulama setlerinde birbirine yakın bulunmuştur (Çizelge 4.7). Kalibrasyon setinde amilopektin içeriği %64,0 ile %90,1 arasında değişim gösterirken, dış doğrulama setinde %67,5 ile %82,3 arasında bulunmuştur. Amilopektin içeriğine yönelik ortalama değerler kalibrasyon setinde %73,8 olarak hesaplanırken bu değer tahmin modeline ait dış doğrulama setinde ise %73,6 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular kullanılan örneklerin daha ziyade yüksek amilopektin içeriğine sahip genotipler olduğuna işaret etmektedir.

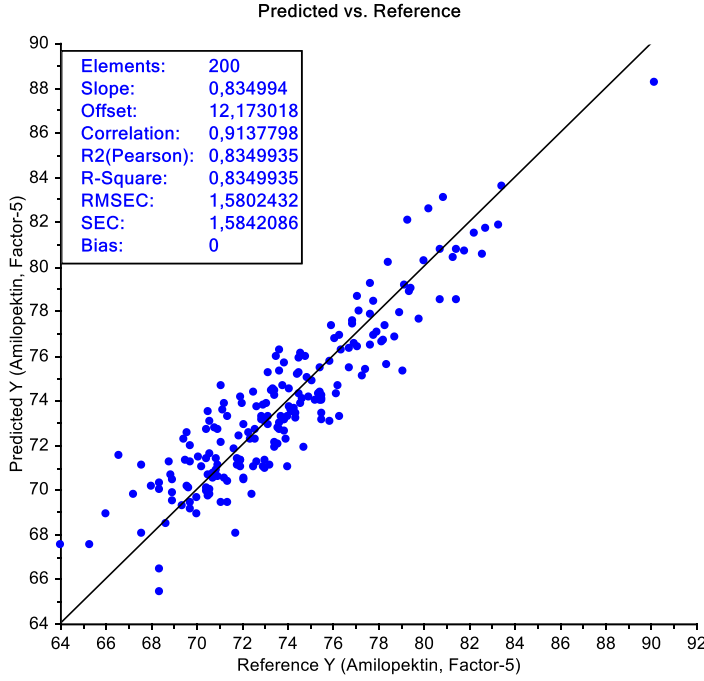
Amilopektin içeriği için oluşturulan tahmin modelinden elde edilen değerler ile referans analizler arasında yüksek bir benzerlik olduğu ($r=0,913$) ve bu model için belirtme

katsayısının da diğer modellere göre nispeten yüksek olduğu ($R^2=0,834$) görülmektedir (Çizelge 4.7, Şekil 4.7). Modele ilişkin etkili faktör sayısı 5 bulunmuştur. RPD değerleri kalibrasyon seti, iç doğrulama ve dış doğrulama setinde 2'nin üzerinde bulunmuştur. Bu bulgu amilopektin içeriği için oluşturulan modelin tarama amaçlı kullanılabileceğine işaret etmektedir.

Çizelge 4.7. Amilopektin oranına yönelik oluşturulan NIR tahmin modeline ilişkin değerlendirme parametreleri

Parametre	Kalibrasyon Seti	İç Doğrulama Seti	Dış Doğrulama Seti
Örnek Sayısı (n)	200	200	50
Ortalama	73,8	73,8	73,6
Minimum	64,0	64,0	67,5
Maksimum	90,1	90,1	82,3
Standart Sapma	3,90	3,90	3,19
RMSE	1,580	1,676	1,454
SE	1,584	1,680	1,459
R^2	0,834	0,815	0,788
r	0,913	0,902	0,889
Bias	0	-0,029	-0,164
STD/SE (RPD)	2,46	2,32	2,18

†: RMSE değerleri kalibrasyon için RMSEC'i, iç doğrulama için RMSECV'i ve dış doğrulama için RMSEP'i göstermektedir. ††: SE değerleri kalibrasyon için SEC'i, iç doğrulama için SECV'i ve dış doğrulama için SEP'i göstermektedir.



Şekil 4.7. Amilopektin oranı için oluşturulan PLSR modeline ait kalibrasyon grafiği

4.8. Mum İçeriği (mg/50 tohum)

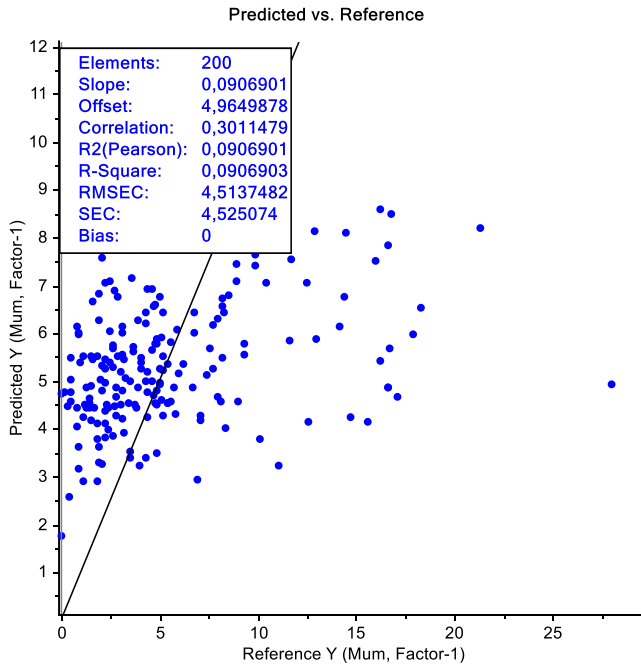
Mum içeriği endüstriyel açıdan önem arz etmekle birlikte agronomik açıdan da mısırdaki önemli bir karakterdir. Mum daha çok tanenin dış kabuğunda bulunmakta ve hastalık ve zararlıların bulaşımını engelleyici bir etki göstermektedir. Yürütülen bu çalışmada mum oranı için oluşturulan kalibrasyon modeline ilişkin değerlendirme parametreleri Çizelge 4.8.'te sunulmuştur.

Mum oranına yönelik oluşturulan kalibrasyon setinde R^2 değeri 0,090 korelasyon katsayısı ise 0,301 olarak hesaplanmıştır. Dış doğrulama setinde bu değerler sırasıyla R^2 0,011 ve r değeri 0,109 olarak bulunmuştur. Mum oranının tespitine yönelik modelin kalibrasyon ve dış doğrulama parametreleri (Çizelge 4.8) ile NIR tahminleri ve referans analiz sonuçları arasındaki ilişkiler (Şekil 4.8) göz önüne alındığında bu özelliğin NIR ile tespitinde güvenilir sonuçlar alınamayacağı ifade edilebilir. Mum içeriğine ilişkin elde edilen sonucu kullanılan referans analiz yöntemi ve örneklerden spektrum alma işlemlerinin etkisine bağlamak mümkündür. Zira bu çalışmada mum içeriği tohum kabuğundan ekstrakte edilmiştir. Öğütme sonrası yüzeysel mum içeriğinin örnek içerisindeki oransal miktarının düşmesi spektral veri ile bu özellik arasında ilişki kurulmasını güçleştirmiş olabilir. Diğer taraftan modelde etkili faktör sayısının 1 bulunmuş olması da tahmin gücünü de önemli ölçüde etkilemiştir.

Çizelge 4. 8. Mum oranına yönelik oluşturulan NIR tahmin modeline ilişkin değerlendirme parametreleri

Parametre	Kalibrasyon Seti	İç Doğrulama Seti	Dış Doğrulama Seti
Örnek Sayısı (n)	200	200	50
Ortalama	5,46	5,46	5,40
Minimum	0,00	0,00	0,30
Maksimum	28,0	28,0	22,6
Standart Sapma	4,75	4,75	4,63
RMSE	4,514	4,592	4,615
SE	4,525	4,604	4,662
R ²	0,090	0,061	0,011
r	0,301	0,248	0,109
Bias	0	-0,018	-0,026
STD/SE (RPD)	1,04	1,03	0,99

†: RMSE değerleri kalibrasyon için RMSEC'i, iç doğrulama için RMSECV'i ve dış doğrulama için RMSEP'i göstermektedir. ††: SE değerleri kalibrasyon için SEC'i, iç doğrulama için SECV'i ve dış doğrulama için SEP'i göstermektedir.



Şekil 4.8. Mum oranı için oluşturulan PLSR modeline ait kalibrasyon grafiği

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada mısırdaki endüstri ve gıda alanında önem taşıyan özelliklerin analizini mümkün kılacak NIR kalibrasyon modellerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda tane içeriğine yönelik toplam sekiz farklı özellik hakkında tahmin modeli geliştirilmiş ve bu modellerin güvenilirlikleri test edilmiştir.

Araştırma bulgularına göre ele alınan özelliklerden mum içeriği dışında diğer özelliklerin NIR spektroskopisi ile tahmininin mümkün olduğu ve bu çalışmada geliştirilen tahmin modellerinden ileride bu özelliklere yönelik olarak yürütülecek ıslah çalışmalarında tarama amaçlı yararlanılabileceği sonucuna varılmıştır. Çalışmada en iyi tahmin sonucu nem içeriğinden elde edilmiştir. Bu özelliği amiloz ve amilopektin içeriklerine ilişkin oluşturulan modeller takip etmiştir. Yağ oranının tespitine yönelik oluşturulan modelin de tahmin potansiyelinin yüksek olduğu görülmüştür.

İleride yürütülecek araştırmalarda oluşturulan spektral veri tabanının genişletilmesinde ve yeni genotip örneklerinin bu tabana dâhil edilmesinde yarar vardır. Ayrıca kalibrasyon geliştirme amacıyla kullanılan referans analizlerde daha hassas cihaz ve yöntemlerin kullanılması halinde tahmin gücünün olumlu yönde değiştirilebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışmada spektral ön işlem olarak yalnızca birinci türev ve standart normal değişim transformasyonu uygulanmıştır. Ön işlem olarak farklı yöntem kombinasyonlarının denenmesi tahmin gücüne etki edebilir. Diğer taraftan PLS modelleri oluşturulurken 1200-2400 nm arasındaki tüm spektral veri kullanılmıştır. İncelenen özelliklerle ilişkili dalga boylarının seçimi ve dalga boyları ile model oluşturulması durumunda modellerin tahmin gücü iyileştirilebilir. Ayrıca tahmin modellerinin PLS dışında yapay sinir ağları vb. farklı kemometrik yöntemlerin kullanılması durumunda da modellere ait tahmin güçlerinin değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Aenugu H.P.R., Kumar D.S., Parthiban S.N., Ghosh S.S., Banji D., 2011. Near Infra Red Spectroscopy- An Overview, International Journal of ChemTech Research, 3(2), 825-836.
- Akdemir H., Alçiçek A., Erkek R., 1997. Farklı Mısır Varyetelerinin Agronomik Özellikleri, Silolanma Kabiliyeti ve Yem Değeri Üzerine Araştırmalar, Türkiye Birinci Silaj Kongresi, Bursa, Hasad Yayıncılık, 229.
- AOAC 1990. Methods of the Association of Official Analytical Chemists. Method No. 920.85. 15th ed. Arlington, v. II.
- Armenta S., Garrigues S., de la Guardia M., 2007. Determination of Edible Oil Parameters by Near Infrared Spectrometry. Analytica Chimica Acta, 596(2), 330-337.
- Bai Q. L., Chen S.J., Dong X.L., Meng Q.X., Yan Y.L., Dai J.R., 2006. Prediction of IVDMD with Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) in Maize Stalk. Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi/Spectroscopy and Spectral Analysis, 26(2), 271-274.
- Başlar M., Ertugay M.F., 2011. Determination of Protein and Gluten Quality-Related Parameters of Wheat Flour Using Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS). Turk J Agric For, 35, 139-144.
- Baye T. M., Pearson T.C., Settles A.M., 2006. Development of a Calibration to Predict Maize Seed Composition Using Single Kernel Near Infrared Spectroscopy. Journal of Cereal Science, 43(2), 236-243.
- Berardo N., Mazzinelli G., Valoti P., Lagana P., Redaelli R., 2009. Characterization of Maize Germplasm for the Chemical Composition of the Grain. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57(8), 2378-2384.
- Blanco M., Villarroya I., 2002. NIR spectroscopy: A Rapid-Response Analytical Tool. TrAC - Trends in Analytical Chemistry, 21(4), 240-250.
- Bradford Marion M., 1976. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-dye Binding. Analytical biochemistry 72.1-2 (1976): 248-254.

- Brenna O.V., Berardo N., 2004. Application of Near-Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) to the Evaluation of Carotenoids Content in Maize. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(18), 5577-5582.
- Büning-Pfaue H., 2003. Analysis of Water in Food by Near Infrared Spectroscopy. *Food Chemistry*, 82(1), 107–115.
- Campbell M.R., Brumm T.J., Glover D.V., 1997. Whole Grain Amylose Analysis in Maize Using Near-Infrared Transmittance Spectroscopy. *Cereal Chemistry*, 74(3), 300-303.
- Campbell M.R., Mannis S.R., Port H.A., Zimmerman A.M., Glover, D.V., 1999. Prediction of Starch Amylose Content Versus Total Grain Amylose Content in Corn by Near-Infrared Transmittance Spectroscopy. *Cereal Chemistry Journal*, 76(4), 552-557.
- Cozzolino D., Fassio A., Gimenez A., 2001. The Use of Near-Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) to Predict the Composition of Whole Maize Plants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(1), 142-146.
- CRA 1999. Analytical Method of the Member Companies of The Corn Refiners Association, Inc. 1999.6th ed. CRA, Washington, DC.
- Davies A.M.C., 1999. NIR Instruments Companies: The Story So Far. *NIR News*, 10(6):14-15.
- De Alencar Figueiredo L., Davrieux F., Flidel G., Rami J., Chantereau J., Deu M., Mestres C., 2006. Development of NIR Equations for Food Grain Quality Traits through Exploitation of a Core Collection of Cultivated Sorghum. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 8501-8509.
- Egesel C.Ö., Kahriman F., 2012. Determination of Quality Parameters in Maize Grain by NIR Reflectance Spectroscopy. 12, 31-42.
- Egesel C.Ö., Kahriman F., Ekinçi N., Kavdır İ., Büyükcan M. B., 2016. Analysis of Fatty Acids in Kernel, Flour, and Oil Samples of Maize by NIR Spectroscopy Using Conventional Regression Methods. *Cereal Chemistry Journal*, 93(5), 487-492.
- Egesel C.Ö., Kahriman F., Kavdır İ., Ekinçi N., Büyükcan M. B., 2015. Mısırdaki Protein ve Yağ Oranının FT-NIR (Fourier Dönüşümlü Yakın Kızıl Ötesi Yansıma)

- Spektroskopisi Yöntemi ile Tespitinde Örnek Tipi ve Kemometrik Metodun Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(2), 51-61.
- Emeklier H., 2012. Sıcak İklim Tahılları. A.Ü. Yayınları: 1589, Yardımcı Ders Kitabı 45,72,73 s.
- Ertugay M.F., Başlar M., 2011. Gıdaların Kaite Özelliklerinin Belirlenmesinde Yakın Kızılötesi (NIR) Spektroskopisi GIDA, 49-54.
- FAO 2014. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Erişim tarihi : 16.06.2017
- Fassio A.S., Restaino E. A., Cozzolino D., 2015. Determination of Oil Content in Whole Corn (*Zea mays* L.) Seeds by Means of Near Infrared Reflectance Spectroscopy. Computers and Electronics in Agriculture, 110, 171-175.
- Galicia L., Nurit E., Rosales A., Palacios-Rojas N. 2009. Laboratory Protocols. Maize Nutrition Quality and Plant Tissue Analysis Laboratory. CIMMYT 2009, 42.
- Huang H., Yu H., Xu H., Ying Y., 2008. Near Infrared Spectroscopy for On/In-Line Monitoring of Quality in Foods and Beverages: A review. Journal of Food Engineering, 87(3), 303-313.
- Jiang H.Y., Zhu Y.J., Wei L.M., Dai J.R., Song T.M., Yan Y.L., Chen S.J., 2007. Analysis of Protein, Starch and Oil Content of Single Intact Kernels by Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) in Maize (*Zea mays* L.). Plant Breeding, 126(5), 492-497.
- Kahrıman F., Egesel C.Ö., Dönmez N.İ., Bay S., 2015. Mısırdaki Karotenoid İçeriğinin NIRs (Yakın Kızıl Ötesi Spektroskopisi) ile Tespiti. 11. Tarla Bitkileri Kongresi, 281-285.
- Kays S., Barton I., Franklin Windham W., 2000. Predicting Protein Content by Near Infrared Reflectance Spectroscopy in Diverse Cereal Food Products. Journal of Near Infrared Spectroscopy, 8(1), 35-44.
- Keys S.E., Barton F.E., 2007. Cereal Foods, In Near-Infrared Spectroscopy in Food Science and Technology, (Ed: Ozaki, Y., McClure, W. F., Christy, A. A.), John Wiley and Sons, Inc.: Hoboken, NJ pp 297-310.
- Kırtok Y., 1998. Mısır, Üretimi ve Kullanımı. Kocaoluk Basım ve Yayınevi, İstanbul, s, 445.

- Maiti R.K., Wesche-Ebeling P., 1998. Maize Science. Oxford and IBH Publishing CO. Pvt. Ltd., New Dehli, Culcutta, 323
- Megazyme 2014. Amylose/ Amylopectin Assay Procedure K-amyl 09/14 for the Measurement of the Amylose and Amylopectin Contents of Starch, Megazyme Internatrional Ireland.
- Melchinger A.E., Schmidt G.A., Geiger H.H., 1986. Evaluation of Near Infra-red Reflectance Spectroscopy for Predicting Grain and Stover Quality Traits in Maize. Plant Breeding, 97(1), 20-29.
- Orman B.A., Schumann R.A., 1992. Nondestructive Single-Kernel Oil Determination of Maize by Near-Infrared Transmission Spectroscopy. JAOCS, 69.
- Orman B.A., Schumann R.A., 1991. Comparison of Near-Infrared Spectroscopy Calibration Methods for the Prediction of Protein, Oil, and Starch in Maize Grain. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 39(5), 883-886.
- Osborne B.G., 2000. Near Infrared Spectroscopy in Food Analysis. BRI Australia Ltd, North Ryde, Australia. Copyright © 2000 Wiley, New York, pp. 1–14 (Chapter 1).
- Paulsen M.R., Pordesimo L.O., Singh M., Mbuvi S.W., Ye B.Y., 2003. Maize Starch Yield Calibrations with Near İnfrared Reflectance. Biosystems Engineering, 85(4), 455-460.
- Redaelli R., Alfieri M., Cabassi G., 2016. Development of a NIRS Calibration for Total Antioxidant Capacity in Maize Germplasm. Talanta, 154, 164-168.
- Russin J.S., Guo B.Z., Tubajika K.M., Brown R.L., Cleveland, T.E., Widstrom, N.W. 1997. Comparison of Kernel Wax from Corn Genotypes Resistant or Susceptible to Aspergillus Flavus, Phytopatology, 87(5), 529-533.
- Şekeroğlu N., Dede Ö., Deveci M., Kara Ş.M., 2000. Melez Mısır Populasyonlarında Verim ve Verim Unsurları Arasındaki İlişkilerin Path Analizi ile Belirlenmesi, GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(1):79-82.
- Spielbauer G., Armstrong P., Baier J.W., Allen W.B., Richardson K., Shen B., Settles, A.M., 2009. High-Throughput Near-Infrared Reflectance Spectroscopy for Predicting Quantitative and Qualitative Composition Phenotypes of Individual Maize

- Kernels. Cereal Chemistry Journal, 86(5), 556-564.
- Tallada J.G., Palacios-Rojas N., Armstrong P.R., 2009. Prediction of Maize Seed Attributes Using a Rapid Single Kernel Near Infrared Instrument. Journal of Cereal Science, 50(3), 381-387.
- TUIK 2016. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> Erişim tarihi : 16.06.2017
- Vasal K.S., 2000. High Quality Protein Corn. Specialty Corn. (Arnel R. Hallauer editör). Second edition. s.86-121.
- Yang X.-h., Guo Y.-q., Fu Y.H., Jie-yun Chai Y.-c., Zhang Y.-r., Li J.-s., 2009. Measuring Fatty Acid Concentration in Maize Grain by Near-Infrared Reflectance Spectroscopy. 29, 106-109.
- Yau J.C., Bockholt A.J., Smith J.D., Rooney L.W., De Wanka R.D., 1999. Maize Endosperm Proteins that Contribute to Endosperm lysine Content, Cereal Chem., 76, 668-672.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : İskender ONAÇ

Doğum Yeri : Silopi

Doğum Tarihi : 05.08.1990

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (2011-2015)

Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (2015- devam ediyor)

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

Yayınlar

SCI :

Kahriman, F., Egesel, C.Ö., Onaç, İ., 2015. A preliminary study for determination of the possibility of simultaneous selection for oil content and grain yield in maize. Maydica, 60(1).

Diğer :

Onaç, İ., Kahriman, F., Baytekin, H. 2017. Mısırdaki Nem İçeriğinin Yakın Kızıl Ötesi (NIR) Spektroskopisi ile Tespitinde Farklı Kemometrik Yöntemlerin Etkisinin Belirlenmesi. ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.), 4(2), 117–124.

Bildiriler -Uluslararası –Ulusal

Kahriman, F., Onaç, İ., Yıldırım, M., Polat, M., Çeri, S., Avcı, F., 2017. Analysis of ear development, kernel set and pollen contamination in different pollination methods in maize, 2 nd International Balkan Agriculture Congress, 16-18 May 2017, Namık Kemal University.

Katıldığı Projeler

TÜBİTAK - “Mısır Tanesinde Gıda ve Endüstriyel Kullanım İçin Önem Taşıyan Özelliklerin Analizinde Kullanılabilecek NIRS (Yakın Kızıl Ötesi Spektroskopisi) Kalibrasyon Modellerinin Geliştirilmesi” Proje No: 215O867.

BAP- “Mısır Araştırmalarında Kullanılan Tozlama Yöntemlerinin Koçan Gelişimi ile Tane İçeriğine ve Islah Çalışmalarında Yapılan Hesaplamalar Üzerine Etkilerinin Araştırılması” Proje No: FHD-2016-768.

BAP- “Ülkesel Mısır Gen Kaynaklarının Bazı Agronomik Özellikler ile Beslenme Açısından Önem Taşıyan Kalite Özellikleri Bakımından Taranması ve Bu Özelliklerde Genotip x Çevre İnteraksiyonunun İncelenmesi” Proje No: FIA-2017-961.

İLETİşİM

E-posta Adresi : iskenderonac@gmail.com

