

T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mısır Tanesinde ADF Analizi İçin NIR Kalibrasyonu Oluşturulması

Veteriner Hekim
Ömer GÜMÜŞTAŞ

HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
YÜKSEKLİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. İsmail BAYRAM

Bu Tez Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 14.SAĞ.BİL.15 proje numarası ile desteklenmiştir.

Tez No: 2017-008

2017-AFYONKARAHİSAR

KABUL ve ONAY SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

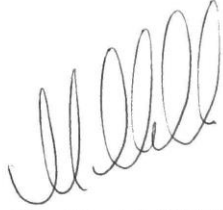
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Tezli Yüksek Lisans Programı

çerçevesinde yürütülmüş bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından
Yükseklisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 20.04.2017



Prof.Dr. İsmail Bayram
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Jüri Başkanı



Prof.Dr. Mustafa Midilli
Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Üye



Yrd.Doç.Dr. Cangir Uyarlar
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Üye

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Tezli Yüksek lisans Programı öğrencisi Ömer GÜMÜŞTAŞ' ın "Mısır Tanesinde ADF Analizi İçin NIR Kalibrasyonu Oluşturulması" başlıklı tezi 20.04.2017 günü saat 16:00' da Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Abdullah ERYAVUZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bana bu çalışma boyunca destek veren başta danışman hocam Prof. Dr. İsmail BAYRAM olmak üzere Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı'ndaki diğer hocalarım Doç. Dr. İ. Sadi ÇETİNGÜL, Yrd. Doç. Dr. Cangir UYARLAR ve Yrd. Doç. Dr. Tuba BÜLBÜL' e; deney aşamasının yürütülmesinde bana destek veren Arş. Grv. Dr. Eyüp Eren GÜLTEPE' ye; çalışma boyunca desteğini esirgemeyen başta Eşim Öznur GÜMÜŞTAŞ ve kızım Gökçe Tolun GÜMÜŞTAŞ olmak üzere tüm ailem'e ; örnek toplamada yardımcı olan Mehmet İNCEKAYA' ya çalışmalarım boyunca her türlü kolaylığı sağlayan J. Yzb. Abdi ÜÇKUYU komutanım, Korkut G.T.H.M. İlçe Müdürüm Alpaslan KENGER ve Afyonkarahisar İl G.T.H.M' Şube Müdürüm M.Ali ALPSAR'a; Türkçe Öğretmeni Süleyman DURAN'a, çalışmama katkıda bulunan tüm proje arkadaşlarıma ve meslektaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

1- GİRİŞ	1
1.1. MİSİR	1
1.1.1. Tahıllar ve Dünyadaki Önemi.....	1
1.1.2. Mısır ve Yapısal Özellikleri.....	2
1.1.3. Dünya’da Mısır Üretimi ve Tüketimi	6
1.1.4. Türkiye’de Mısır Üretimi ve Tüketimi	9
1.1.5. Yem ve Gıda Sanayinde Mısırın Kullanımı.....	12
1.1.5.1. Mısırın Hayvan Yemi Olarak Kullanımı.....	12
1.1.5.2. Mısıra Dayalı Gıda Sanayi.....	13
1.2. ADF (Asit Deterjan Fiber)	14
1.2.1. Yem Bitkilerinde Kimyasal Analizler ve Önemi	14
1.2.2. Asit Deterjan Fiber (ADF) ve Önemi.....	15
1.3. NIRS (Near Infrared-Yakın Kızılötesi) Spektrofotometrisi	17
1.3.1. Near Infrared-Yakın Kızılötesi Spektrofotometrisi Avantaj ve Dezavantajları ...	19
1.3.2. NIR Kullanım Alanları.....	20
1.3.3. Tarım ve Yem Hammadde Analizlerinde NIR ile Yapılan Araştırmalar.....	21
2-MATERYAL VE METOT	28
2.1. Kalibrasyonların Oluşturulması, Veri Analizi ve Kemometrik Analizler	29
3. BULGULAR	29
4. TARTIŞMA	32
5. SONUÇ	37
6.ÖZET	38
7. SUMMARY	39
8. KAYNAKLAR	40

İÇİNDEKİLER

Resim 1. Mısır tarlasının bir görüntüsü	3
Resim 2. Mısır koçanının taneli görüntüsü	3
Resim 3. Mısırın anatomik kesiti	4
Tablo 1. Mısır tanesinin kimyasal içeriği.....	5
Tablo 2. Bazı tahılların besin maddesi bileşenleri (g/100g)	5
Tablo 3. Bazı tahılların mineral ve vitamin bileşenleri (g-mg/100g).....	6
Tablo 4. Dünya mısır üretimi(ülkelere göre) (milyon ton)	7
Tablo 5. Ülkelere Göre Dünya Mısır Verimi (ton/ha)	7
Tablo 6. Dünyada mısır ekim alanları (milyon ha).....	8
Tablo 7. Dünya mısır tüketimi değerleri (milyon ton).....	8
Tablo 8. Türkiye’de yıllara göre mısır ekim alanı ve üretimi	10
Tablo 9. Türkiye’nin mısır tüketimi ve yeterlilik oranı	11
Tablo 10. Türkiye’de mısırın kullanım alanları	11
Tablo 11. Benzer nitelikte yapılan ve NIR spektroskopi ile kemometrik analizlerin tahminleme güçlerinden örnekler.....	33
Tablo 12. Araştırmada kullanılan tane mısır’ın yaş kemometrik analiz sonuçları.....	34
Şekil 1. Bitki hücre içeriği ve duvar yapısı.....	15
Şekil 2. Bitkilerde yapısal ve yapısal olmayan karbonhidratlar	16
Şekil 3. Yakın kızılötesi ve elektromanyetik spektrum	18
Şekil 4. NIR spektroskopi sistemi.....	18
Grafik 1. Normalizasyon uygulanmış spektra seti.....	29
Grafik 2. Tahminleme rezidüal hatasının kareler toplamı	30
Grafik 3. Kalibrasyon setinin tutarlılık analizleri	31
Grafik 4. Kalibrasyon ve validasyon seti modelleri.....	31

SİMGELER ve KISALTMALAR

%	Yüzde
±	Artı-eksi
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AB	Avrupa Birliği
ADF	Asit Deterjan Fiber
ANN	Yapay nöral ağ
C	Santigrat
CTBA	Cetyl trimethyammonium bromide
cm	Santimetre
da	Dekar
FE	Demir
FT-NIR	Fourier transform near infrared Reflektans
GAP	Güneydoğu Anadolu projesi
g	Gram
ha	Hektar
HK	Ham Kül
HP	Ham Protein
HS	Ham Selüloz
HY	Ham Yağ
IGC	International Grains Council
kcal	Kilokalori
kg	Kilogram
log	Logaritma
Max	Maksimum
ME	Metabolize enerji
Min	Minimum
MSC	Çarpımsal dağılım düzeltmesi
MTBE	Methyl tertiary-butyl eter
N	Azot
NBŞ	Nişasta bazlı şeker
NDF	Nötral Deterjan Lif
NIR (NIRS)	Near-infrared Reflektans Spectroscopy
mg	Miligram
mm	Milimetre
nm	Nanometre
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
örn.	Örnek
PCR	Temel bileşen regresyonu
PLS	Kısmi en küçük kareler metodu
R	Regresyon katsayısı
R ²	Determinasyon katsayısı
SD	Standart Sapma
SEC	Kalibrasyonun standart hatası
SECV	Çapraz doğrulamanın standart hatası
SEP	Tahminlemenin standart hatası

SMLR
SNV
TMO
USDA
vb
PRESS
VIS

Adımsal çoklu lineer regresyon
Standard Normal Variate
Toprak Mahsülleri Ofisi
United States Department of Agriculture
Ve benzeri
Tahminleme rezidüal hatasının kareler toplamı
Görünebilen kızılötesi spektra

1- GİRİŞ

1.1. MISIR

1.1.1. Tahıllar ve Dünyadaki Önemi

İnsanoğlunun dünyada en büyük ve en önemli ihtiyaçlarının başında beslenme gelmektedir. Giderek artış gösteren insan sayısı yüzünden beslenme sorunu da her geçen gün giderek artmakta ve insanlık gündeminde önemli bir yer işgal etmektedir. Türkiye’de ise durum daha farklıdır. Ülkemizde açlık sorunu bulunmamasına rağmen tahıla dayalı dengesiz bir beslenme söz konusudur (Akdeniz ve ark., 2004). Dünya nüfusunun büyük bir kısmının ana yiyeceğini tahıllar oluşturmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler kendileri için gerekli olan besin maddesi ihtiyaçlarının önemli bir kısmını tahıl ve tahıllardan elde edilen ürünlerden elde etmektedir. Dünya da tüketilen proteinin yüzde elli ve enerjinin ise yüzde elli altısına yakını sadece tahıl ve tahıl kökenli ürünlerden karşılandığı belirtilmektedir (BNF, 2004). Bu bilgiler ışığında besin maddelerine, özellikle de tahıla olan ihtiyaç artmıştır. Ancak hem artan besin ihtiyacı hem de dengeli beslenme konusu dikkate alındığında hayvansal besinlere olan gereksinim daha fazladır.

Tarımsal üretim faaliyetlerinden olan bitkisel üretimle birlikte hayvancılıkta ekonomik bir üretim için temel ilke, hayvanların besin maddesi ihtiyaçları göz önüne alınarak verilen yem ile elde edilen hayvansal ürünün besin madde içerikleri arasında ekonomik bir dengenin kurulması gerekmektedir. Ülkemizde kaba yemlerin büyük kısmını hayvan besleme açısından besin değeri oldukça düşük olan hasat artıkları yani samanlar oluşturmaktadır. Buna karşın bu tür kalitesiz yemlerin piyasa değeri olması gerekenden daha yüksek oranlarda seyretmektedir. Ederi pahalı buna karşın besin maddesi değeri ise düşük olan yemlerle yapılan besleme sonrası hayvanlardan çok düşük verim elde edilmesi ve bunun sonucunda işletme maliyetlerinin yüksek olmasını ve işletmenin karlılığını olumsuz yönde etkilemektedir. Sonuçta, yem bitkileri yetiştiriciliği ile gerek hayvanların ek yemlemesinde ve gerekse kış sezonu

boyunca kaba yem ihtiyaçlarının karşılanmasında vaz geçilmez olmaktadır (Akdeniz ve ark., 2004).

Varyetelerinin her türlü iklimlere uyum sağlayabilmesi, yabancı ot kontrolünün sağlanabilmesi, veriminin yüksek olması, birim alanda çok fazla yeşil kısmının yetiştirilebilmesi, ikinci ürün olarak yetiştirilebilmesi, hasatından sonra uzunca bir süre kalitesini koruması, yüksek oranda tüketilmesi, bir çok tane ve kaba yeme oranla daha yüksek bir enerjiye sahip olması, daha az gübrelemeye ihtiyaç duyması, kalitesi oldukça yüksek ve düşük maliyetli silaj elde edilebilmesi, silaj yapımı sırasında fermantasyon için katkı maddelerine ihtiyaç duyulmaması, Mısırdan yapılan silajla beslenen hayvanlarının gübrelerinin yüksek nem içermesi gibi nedenlerden dolayı hem insan beslenmesinde hem de hayvancılıkta ana yemlerden biri olması nedeniyle mısır tüm dünyada ekimi yaygınlaşan bir yem ve gıda maddesi haline gelmiştir (Phipps ve Wilkinson, 1985; Kılıç, 1986; Çete ve Sarıcan, 1998).

1.1.2. Mısır ve Yapısal Özellikleri

Mısır ülkemizde yüzyıllardır tarımı yapılan bir endüstri bitkisidir. Mısırın ana vatanı, Amerikadır. Coğrafî keşiflerle beraber tüm dünyaya yayılmıştır (Doğanay, 1998).

Mısır (zea mays), özellikle nemli iklime sahip, taban suyu yüzeye yakın bölgelerde yetiştirilen, doymamış yağ asitlerince zengin bir bitkidir. Bu bitkiden çok çeşitli şekillerde faydalanılabilmektedir. En çok gövdesi ve tanesi kullanılmaktadır. Tane kısmı insanların beslenmesinde doğrudan kullanılabildiği gibi (un, ekmek, çerez gibi), sanayide yağı, nişastası ve glikozu kullanılırken, daha düşük kalitedeki taneleri de yem sanayiinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Selüloz bakımından zengin yeşil gövde kısımları da hayvan beslemede kaba yem olarak kullanılmaktadır (şahin, 2001).

Resim 1. Mısır tarlasının bir görüntüsü



(Anonim,2016)

Dünyada üretilen mısırın %60'ı hayvan yemi, geriye kalan %40' ı ise insan beslenmesi ve gıda sanayiinde kullanılmaktadır. Mısır tanesinin işlendikten sonra elde edilen mısır özü, yağ sanayinde, kepek ve proteini ise konsantre yem katkısı olarak yem sanayiinde kullanılmaktadır (Arıoğlu, 2008).

Resim 2. Mısır koçanının taneli görüntüsü



(Anonim, 2016)

Olgunlaşmasını tamamlamış bir mısır tanesi; kabuk (%6), endosperm (%81), embriyo (%12) ve sapçık (%1) kısmından meydana gelmektedir.

Resim 3. Mısırın anatomik kesiti



(Anonim, 2016)

Danenin dış kısmını daneyi koruyan kabuk, diğer ismi ile kepek denilen yapı oluşturur. Danenin %6'sı bu kısımdan oluşur ve genel olarak hayvan beslemede kullanılır. Danenin %11,5'ni oluşturan ve bunun da %25 doymamış yağ asitlerinden oluşan canlı bölüme embriyo denir. Bu kısımda enzim, vitamin ve mineraller bulunur ve çimlenmeyi sağlar. Danenin %82.5'lik kısmı, mısır tohumu çimlenirken ihtiyaç duyduğu enerji ve proteini karşılayan endospermdir. Bu kısım yumuşak nişastadır ve ayrılması kolaydır. Boynuz yapıda olan endospermdeki nişasta ve proteinin ayrılması daha zordur. Ayrıca nişasta gıda üretimi, yakıt, biyoplastik ve tatlandırıcı gibi maddelerin üretildiği bölümdür (Özcan, 2009).

Tablo 1. Mısır tanesinin kimyasal içeriği

İçerik	Bileşim (%)
Nişasta	61,0-78,0
Protein	6,0-12,0
Yağ	3,1-5,7
Şeker	1,0-3,0
Kuru madde	1,1-3,9
Ham kül	9,3-11,9

(Arioğlu, 2008).

Tablo 2. Bazı tahılların besin madde bileşenleri (g/100g)

Tahıllar	Enerji	Karbonhidrat	Protein	Yağ	Selüloz
	(kcal)	(g)	(g)	(g)	(g)
Bugday	348	71	11,6	2	2
Mısır	358	73	9,2	4,6	2,8
Sorgum	329	70,7	10,4	3,1	2
inci darı	363	67	11,8	4,8	2,3
Rağı darı	336	72,6	7,7	1,5	3,6
Cin darı	351	63,2	11,2	4	6,7
Kum darı	364	63,8	12,5	3,5	5,2
Küçük darı	329	60,9	9,7	5,2	7,6
Kodo darı	353	66,6	9,8	3,6	5,2

Sonuçlar kuru madde esasına göre verilmiştir. (Saleh ve ark., 2013; Shahidi ve Chandrasekara, 2013).

Tablo 3. Bazı tahılların mineral ve vitamin bileşenleri (g-mg/100g)

Tahıllar	Kül	Fe	Ca	B1	B2	B3
	(g)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)
Buğday	1,6	3,5	30	0,41	0,1	5,1
Mısır	1,2	2,7	26	0,38	0,2	3,6
Sorgum	1,6	5,4	25	0,38	0,15	4,23
İnci darı	2,2	11	42	0,38	0,21	2,8
Ragi darı	2,6	3,9	350	0,42	0,19	1,1
Cin darı	3,3	2,8	31	0,59	0,11	3,2
Küçük darı	5,4	9,3	17	0,3	0,09	3,2
Barnyard darı	11	18,6	22	0,33	0,1	4,2
Kodo darı	4,5	1,7	35	0,15	0,09	2

Sonuçlar kuru madde esasına göre verilmiştir (Saleh ve ark., 2013).

1.1.3. Dünya’da Mısır Üretimi ve Tüketimi

Mısır dünyada en çok yetiştirilen tahıl bitkisi konumundadır. Buna karşılık üretimi yapıldığı alan olarak ikinci sırada bulunmaktadır. Yem sanayinde gerekse silaj olarak hayvan beslemede önemli oranlarda kullanılmaktadır. Ayrıca yağ, biyo yakıt, tatlandırıcı ve ambalaj sanayisi gibi sektörlerde kendine fazlaca yer bulması mısıra olan talebi her geçen gün artırmaktadır. Mısıra olan talebin sürekli artması ve yükselen fiyatlar Güney Amerika da mısır üretiminin artmasına neden olmuştur. Yine bu durumdan kaynaklı mısır üretimi AB’ de artmış bulunmaktadır (Anonim, 2012).

Mısır üretimi en fazla A.B.D. ’de yapılmaktadır. Amerika kıtası mısırın ilk üretildiği yer olarak kabul edilmektedir. Bu görüş çeşitli kaynaklar ile de

desteklenmektedir. Amerika kıtası dünya mısır üretiminin yarıya yakınına karşılıktaır. Çin, Brezilya, Arjantin, Meksika ve Fransa gibi ülkelerde mısır üretiminde önemli ülkeler arasında yer almaktadır (Anonim, 2009).

Tablo 4. Dünya mısır üretimi (ülkelere Göre) (milyon Ton)

Ülkeler	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ABD	241,4	227,8	256,3	299,9	282,3	267,5	331,2	307,1	332,6	316,2	313,9	272,4
Çin	114,1	121,3	115,8	130,3	139,4	151,6	152,3	165,9	158	164	192,7	200
Brezilya	35,5	46	42	35	42,5	51,4	58,7	51	56	55	72,7	70
AB	40,5	39,9	32,4	53,7	50,3	55,2	47,3	63,1	57,1	55,5	65,4	57,14
Meksika	20,4	19,3	21,8	22	19,3	21,9	24	24,2	20,4	22	18,1	21,5
Arjantin	14,7	15	15	20,5	14,4	21,8	22	15,5	22,7	21	21	28
Hindistan	13,5	11,1	15	14,2	14,7	15,1	19	19,7	16,7	20,5	21,5	20
Türkiye	2	2,7	2,5	3	3,7	2,8	2,9	4,1	3,8	4,3	4,2	4,6
Diğer	124,6	122,8	127,6	134,7	131,1	122,2	137,6	148	146,1	150	-	-
Dünya	606,7	605,9	628,4	713,3	697,7	709,5	795	798,6	813,4	808,2	876,6	841

(USDA, 2012; TMO, 2011)

Tablo 5. Ülkelere göre dünya mısır verimi (ton/ha)

Ülkeler	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ABD	8,7	8,1	8,8	10	9,3	9,3	9,5	9,6	10,	9,6
AB	8,9	8,9	7,4	8,2	8,3	5,9	5,9	7	6,8	6,9
Çin	4,7	4,9	4,8	5,1	5,3	5,6	5,4	5,7	5	5,2
Kazakistan	3,2	3,2	4,2	3	3,2	3,4	4,2	3	3	3,3
Kanada	6,6	7	7,8	8,2	8,5	8,4	8,5	9	8,4	9,7
Mısır	8,2	8,5	7,8	7,8	3,4	10,8	7,9	7,9	8	8
Arjantin	6	6,4	6,5	6	4,5	7,6	52	6,2	7,8	6,6
Türkiye	3,8	4,5	4	4,6	4,6	6,6	6,4	8	7,6	7,4
Meksika	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3	2,9	3,3	3,2	3
Dünya	4,4	4,4	4,4	4,9	4,8	4,8	5	5,1	5,2	5,1

(TMO, 2011; IGC 2011)

Sanayide mısıra olan ihtiyacın artış göstermesi, mısır ekimi yapılan alanların artmasına neden olmuştur (Taşdan ve ark., 2011).

Tablo 6. Dünyada mısır ekim alanları (milyon ha)

Ülkeler	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11
ABD	27,8	28,1	29,2	29,7	30,3	28,5	35	31,8	32,2	33
Çin	24,2	24,6	24	25,4	26,3	26,9	28	29,9	31,2	31,5
AB	15,8	15,7	15,6	18,4	17	20,5	17,8	19,7	18,8	18
Brezilya	11,8	12,3	12,4	12,2	12,9	14	14,6	14,1	12,9	12,8
Meksika	7,7	7	7,6	7,8	6,6	7,2	8,1	7,3	6,3	7,2
Endonezya	3	3	3,2	3,3	3,3	3,3	3,5	3,2	3,3	3,3
Filipinler	2,4	2,3	2,4	2,4	2,4	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7
Arjantin	2,4	2,3	2,3	3,4	3,1	2,8	4,2	2,5	2,9	3,2
Ukrayna	1,1	1,1	1,9	2,5	1,6	1,7	1,9	2,3	2,1	2,6
Kanada	1,2	1,2	1,2	1	1	1	1,3	1,1	1,1	1,2
Türkiye	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
Dünya	137,9	137	142,4	144,9	142,9	147,1	158,2	157,8	157,5	159,6

(TMO, 2011; IGC, 2011)

Tablo 7. Dünya mısır tüketim değerleri (milyon ton)

Ülkeler	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ABD	200,9	200,8	211,6	224,7	232	230,7	261,6	259,3	281,5	293,3	274	254
Çin	119	118,1	122,5	127,8	133,8	143,3	150,1	154,2	162,1	166,1	188	201
Brezilya	34,7	36,1	37,7	38,5	38	41,5	44,8	45,2	46,3	47,9	54	56
AB	42,4	42,2	38,7	54,8	50,7	64	64,1	63,9	59,2	62,6	67,3	61,5
Meksika	23,9	24,6	26,6	27,9	27,9	30,6	31,8	32,3	30,4	31	29,7	29,7
Japonya	16,2	16,5	16,8	16,8	16,8	16,6	16,5	16,7	16,3	16,2	15	15
Hindistan	13,1	11,7	13,3	13,7	14,7	14,7	14,5	16,2	16,1	18,5	17,6	18
Mısır	11,7	11,3	10,7	11,9	11,8	11,7	11,2	12,1	13	13	11,5	12
G.Kore	8,7	8,8	8,7	8,7	8,6	8,8	8,6	7,9	8,5	8	7,7	7,6
Arjantin	4,4	4,1	4,5	5,2	6,1	6,6	6,9	6,2	6,7	7,1	7,7	8,8
Türkiye	3,2	3,9	3,6	3,5	3,5	3,7	4,1	4,2	4,1	4	4,2	4,6
Diğer	143,9	147	151,8	152,6	157,1	153,2	160,9	162,7	172,3	174,8	129,9	132,7
Dünya	622,2	624,9	646,4	685,9	700,9	725,3	774,9	780,8	816,2	842,3	864,6	856,6

(USDA, 2012; TMO, 2011; IGC, 2011)

2001 yılından 2011 yılına kadar dünya mısır tüketim değerleri giderek artış göstermiş olup 2012 yılında bazı ülkelerde düşüş göstermesi nedeniyle dünya mısır

tüketimi bir miktar düşmüştür (Tablo 7). Bu artışların temel nedenleri arasında biyoetanol gibi sanayi amaçlı kullanımın etkisi büyüktür. Birçok ülke biyoyakıt gibi enerji kaynakları ile enerji çeşitliliğini sağlamaya çalışmaktadırlar. Bu ülkelerin başında ise gelişmiş ülkeler gelmektedir. Yenilenebilir enerjiye duyulan ihtiyacın giderek artması ve birçok ülkenin bu konudaki teşviklerini artırması mısır tüketimindeki artışta sürekliliğini sağlayacağını göstermektedir (OECD, 2011, Taşdan ve ark. 2011).

1.1.4. Türkiye’de Mısır Üretimi ve Tüketimi

Mısır Türkiye de ekim alanı bakımından üçüncü sırada yer almaktadır. Türkiye de Akdeniz Bölgesi en fazla mısır üretiminin yapıldığı bölgedir. Bunu sırası ile Güneydoğu Anadolu ve sonrada Karadeniz Bölgesi izlemektedir. GAP projesinin hayata geçmesi ile birlikte Güneydoğu Anadolu da mısır üretimi ciddi boyutlarda artış göstermiş ve potansiyel açıdan önemli bir konuma gelmiştir. Ülkemizde her yerde mısır üretimi yapılıyor olsa da en çok üretim Adana, Mardin, Sakarya, Şanlıurfa, Mersin, Manisa, Osmaniye, Aydın, Bursa, Konya, İzmir, Samsun, Hatay, Diyarbakır, illerinde gerçekleştirilmektedir. Bu üretimi yapılan mısırın %68’i tanelik, %32’si silajlık olarak yapılmaktadır. Türkiye de 2.845.554 dekar silajlık mısır ekimi yapılmaktadır. Bu alan %33 Marmara, %31 Ege, %13 Karadeniz, %10 İç Anadolu, %8 Akdeniz, %3 Güneydoğu Anadolu, %2 Doğu Anadolu bölgesindedir (Anonim, 2012).

Tablo 8. Türkiye’de yıllara göre mısır ekim alanı ve üretimi

Yıllar	Ekim Alanı (Ha)	Üretim (Mil. Ton)	Verim (Ton/Ha)	Yıllar	Ekim Alanı (Ha)	Üretim (Mil. Ton)	Verim (Ton/Ha)
1930	378,501	0,47	1,01	2002	500	2,1	4,2
1935	409,361	0,45	1,11	2003	560	2,8	5
1940	509,99	0,75	1,48	2004	545	3	5,5
1945	510,071	0,29	0,57	2005	600	4,2	7
1950	593,161	0,62	1,05	2006	536	3,81	7,11
1955	706	0,85	1,21	2007	517,5	3,53	6,83
1960	695	1,09	1,56	2008	595	4,27	7,18
1965	650	0,94	1,45	2009	592	4,25	7,18
1970	648	1,04	1,6	2010	594	4,31	7,26
1975	600	1,2	2	2011	589	4,2	7,13
1980	583	1,24	2,12	2012	354	4,6	7,3
1985	567	1,9	3,35	2013	402,7	5,9	8,9
1990	515	2,1	4,43	2014	414,9	5,55	9
2000	555	2,3	4,14	2015	423,1	6,4	9
2001	550	2,2	4	2016	688	6,4	9,3

(Anonim, 2011; TÜİK, 2016)

1990 yılında 2,10 milyon ton olan üretim 2015 yılına gelindiğinde, büyük bir sıçrama yaparak 6,40 milyon tona ulaşarak 3 kat bir artış göstermiştir. Bu artıştaki en büyük pay hibrit tohumla dayalı bir üretimin yapılmakta olması yatmaktadır. Ayrıca bilinçli bir üretime geçilerek teknik araçlar ve teknolojiye yararlanma artmıştır. Türkiye’de dünya ortalaması üzerinde bir verim elde ediliyor olsa da bu ABD’nin gerisinde kalmaktadır (Anonim, 2012).

Ülkemizde mısır tüketimi Dünyada olduğu gibi ilk başta gıda olarak tüketilmektedir. Daha sonra yaygın bir şekilde gıda sanayi endüstriyel ve hayvan yemi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Anonim, 2012).

Tablo 9. Türkiye mısır tüketimi ve yeterlilik oranı

Piyasa Yılı	Yurt İçi Kullanım (Milyon Ton)	Gıda Olarak	Tohumluk Kullanım (Ton)	Yemlik Kullanım (Milyon Ton)	Endüstriyel Kullanım (Ton)	Stok Değişimi (Ton)	Kişi Başı Tüketim (Kg)	Yeterlilik
		Tüketim (Milyon Ton)						Derecesi (%)
2000/01	3,08	1,36	33	2,94	-	66,304	20,43	73,84
2001/02	3,35	1,46	30,000	2,96	-	9	21,59	64,85
2002/03	3,16	1,36	33,6	3,06	-	278	19,84	65,77
2003/04	4,14	2,79	34,2	2,03	-	16,787	25,78	66,88
2004/05	3,46	1,28	36	2,18	-	400,413	18,23	85,81
2005/06	4,37	0,99	16	1,66	169,9	-560,2	-	93,15
2006/07	4,21	1,02	14	1,76	151	490,5	-	86,53
2007/08	4,2	1,02	14	1,59	120,726	267,466	14,53	81,43
2008/09	5,19	1,04	14,875	3,87	140,703	-705,95	14,55	79,92
2009/10	5,15	1,2	14,8	3,69	117,873	-851,78	17	79,99
2010/11	5,25	1,26	14,85	3,74	104,08	-899,58	17,13	79,58
2011/12	5,75	1,4	15,5	3,9	170,17	-36,717	19	77
2012/13	6,64	1,1	16,5	5	215,697	-258,593	15	86
2013/14	6,83	1,3	16,4	5,1	180,417	450,948	17	84
2014/15	5,91	1	17	4,6	25,053	294,994	13	105

(Anonim, 2017a)

Tablo 10. Ülkemizde mısırın kullanılma alanları

Kullanım Alanı	Miktar	% Oranı
Yem Maddesi Olarak Kullanımı	3.200.000	71
Nişasta San.	780	17
Mahalli Tük.	300	7
Endüstriyel Tük.	100	2
Üretim Kayıpları	120	3
Toplam	4.500.000	100

(TMO, 2011)

1.1.5. Yem ve Gıda Sanayinde Mısırın Kullanımı

Yaygın olarak mısır insanlar tarafından gıda olarak tüketiliyor olsa da, %70'lik yem sanayinde kullanım oranına bakarsak endüstriyel kullanım olarak oldukça yaygın olduğu görülmektedir. Endüstriyel kullanımı son yıllarda 2,1 milyon ton artış ile 3.7 milyon tona çıkan mısır; dönem dönem değişiklikler gösterse de bunun yarısına yakını broiler yemi üretiminde kullanılmaktadır. Yine bu miktarın 1,3 milyon tonu büyük ve küçük baş geri kalanı da yumurta ve damızlık yemi yapımında kullanılmaktadır (TMO, 2011).

Nişasta üretmek için çok fazla mısır kullanılmaktadır. Fruktozlu mısır şurubu ve glikoz şurubunun üretildiği bu alanın üretimi yasalar ile sınırlandırılmıştır. 2000 li yılların başından itibaren 118-170 bin ton olan endüstriyel mısır kullanımı biyo-yakıtların zorunlu akaryakıt katkısı haline gelmesi ile ülkemizde bu rakamın artması beklenebilir (Anonim, 2012).

1.1.5.1. Mısırın Hayvan Yemi Olarak Kullanımı

Mısır nişasta dolayısıyla enerji bakımından zengin bir tahıldır. Yüksek enerji içermesi ve nişastanın sindirilebilirliğinin yüksek olması nedeni ile hayvan beslemede mısır çok önemli bir yem maddesi olmuştur. Mısır birçok bölgeye kolayca uyum sağlayan bir bitkidir. Depolanması kolaydır. Ayrıca verim bakımından oldukça yüksektir. Bu özellikleri de yine mısırın hayvan beslemede önemini artırmaktadır. Mısır içerdiği yağdan dolayı yüksek enerji içerir bu özelliği de yine kanatlı beslemede tercih edilmesine neden olmaktadır. Yine mısırın yumurta gelişimine olumlu etkileri çoktur. Mısır büyük ve küçük baş hayvanların günlük besin maddelerinin ihtiyaçlarının karşılanmasında hazırlanan rasyonların içerisinde çok önemli bir yem hammaddesi olarak yer almaktadır (Anonim, 2012).

Ege ve Akdeniz bölgelerinde mısır silaj yapmak için ilk sırada tercih edilen bir bitkidir. Bunun nedeni ise kolay fermantasyon olabilmesi ve yüksek verimli olmasıdır (Yaylak ve Alçıçek, 2003).

1.1.5.2. Mısıra Dayalı Gıda Sanayi

Mısırın öğütme ürünleri yaş ve kuru öğütme ürünü olarak ikiye ayrılır. Bu ürünler doğrudan kullanıldığı gibi birçok gıdanın ana maddesi ya da üretiminde kullanılan yan maddelerdir. Mısır kuru olarak öğütüldüğünde mısır ezmesi, mısır unu ve irmiği vb. maddeler elde edilir. Bu maddelerden de ekmek, kahvaltılık mısır ürünleri gibi gıda maddeleri yapılmaktadır. Mısırın yaş öğütülmesi ile mısır nişastası, gluteni, mısır yağı gibi maddeler üretilmektedir (Anonim, 2012).

Nişasta glikozların birbiriyle bağlanıp oluşturdukları uzun karbonhidrat polimeridir (Özcan, 2009). Doğal nişastanın çeşitli işlemlerden geçirilmesi ile modifiye nişasta elde edilir. Modifiye nişasta gıda ve daha birçok sanayi dalında kullanılır (Anonim, 2012).

Mısır nişastasından elde edilen mısır şurubu, glikoz şurubu ve früktoz şurubu gıda endüstrisinde, gıda üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu şekerler renk oluşturmak, kıvam vermek, tatlandırmak gibi işler için kullanılmaktadır. Sakız, helva, dondurma, şekerleme, unlu mamuller, ketçap, alkollü, alkolsüz içecekler gibi birçok ürünün imalatında da kullanılmaktadır (Anonim, 2012).

Yüksek proteinli mısır gluteni, alternatif küspe kaynağı olarak yem sektöründe ciddi şekilde kullanılmaktadır. Mısır kepeği de yine yem sanayi ve doğrudan rasyonlara katılarak kullanılmaktadır (Anonim, 2012).

Mısır özü yağı da yine mısır tanelerinden çeşitli işlemler ile elde edilen doymuş yağ oranı düşük, linoleik asit içeriği yüksek insan için sağlıklı bir bitkisel yağdır (Moreau, 2002).

Mısır kahvaltılık ürünlerde de çokça kullanılan bir tahıldır. Özellikle mısır gevreği çok yaygın bir kahvaltılıktır. Yine mısırdan elde edilen mısır çerezinin giderek tüketimi artmaktadır. Taze olarak da tüketilen mısır, konserve şekliyle de sevilerek tüketilen bir gıda maddesi haline gelmiştir (Anonim, 2012).

1.2. ADF (Asit Deterjan Fiber)

1.2.1. Yem Bitkilerinde Kimyasal Analizler ve Önemi

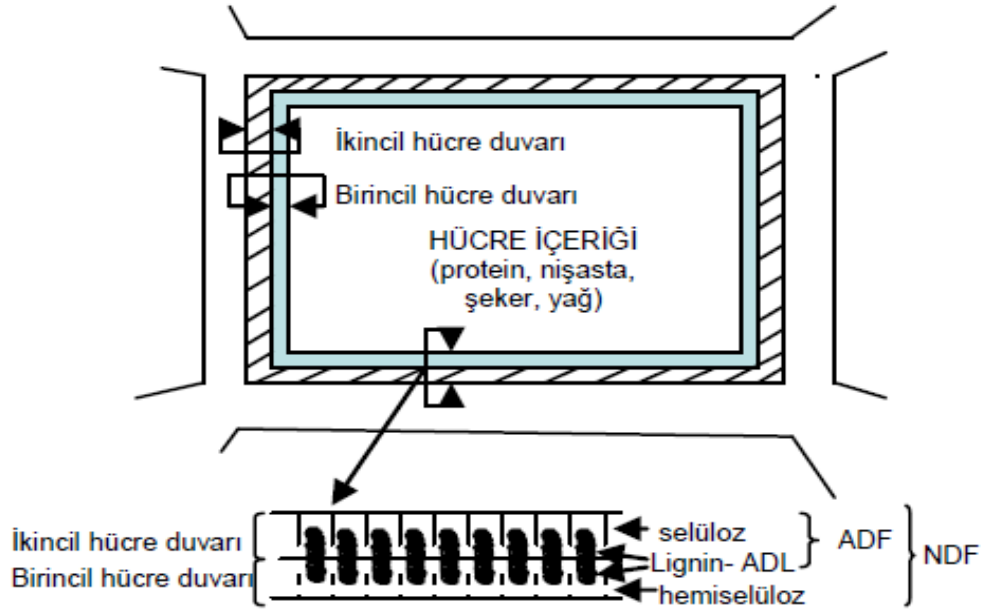
Yem bitkisi olarak nitelendirdiğimiz bitkilerin kalitelerinin değerlendirilmesinde fiziksel, özellikle de kimyasal analizler belirleyici olmaktadır. Yapılan bu analizler ile ham protein, ham yağ, ham selüloz, ham kül, nişasta, nem oranı, ADF ve NDF gibi değerlere ulaşarak yemin kalitesi hakkında fikir sağlarız. Yine ADP ve NDF analizleri de nispi yem değerini hesaplarken bize yardımcı olan analizlerdir (Budak ve Budak, 2014).

Verimli bir hayvancılık yapabilmek için kalıtımı iyi hayvanların iyi rasyonlar ile beslenmesi gerekmektedir. Bunun için hayvanların gereksinimlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu yüzden yem bitkilerinin besin değerlerinin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Yapılan analizler ile hayvanın ihtiyacına göre besleme yapılabilme olanağı sağlanmış olacaktır. Yine yapılan analizler hayvan üreticisini de hayvan besleme konusunda yol gösterecektir (Budak ve Budak, 2014).

1.2.2. Asit Deterjan Fiber (ADF) ve Önemi

Kaba yemlerin içerdiği karbonhidratlar ikiye ayrılır. Bunlar yapısal olan ve yapısal olmayan karbonhidratlardır. Yapısal karbonhidratlar ADF ve NDF dir (Tekçe ve Gül, 2014).

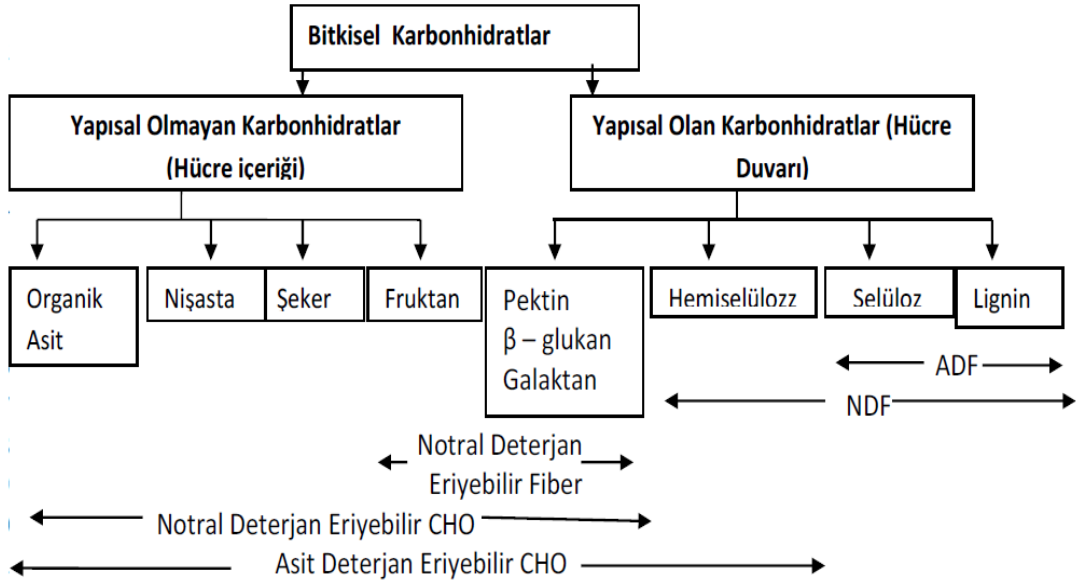
Şekil 1. Bitki hücre içeriği ve duvar yapısı



(Yavuz, 2005)

NDF' nin yapısından ham selüloz ayırdığımızda ise ADF elde edilir (Kutlu, 2008).

Şekil 2. Bitkilerde karbonhidratlar (yapısal ve yapısal olmayan)



(Tekce ve Gül., 2014).

Yüz yıla yakın bir süre yemdeki selülozun miktarını belirlemede ham selüloz (Crude fiber, CF) yöntemi kullanılmıştır. Bu metod deterjan fiber sisteminin gelişmesi ile geçerliliğini yitirmiştir. 1960 yılında, kaba yemlerdeki selüloz miktarını belirlemek ve selüloz parçalarını ayırmak için Van Soest tarafından deterjan fiber sistemi bulunmuştur (Belyea ve Ricketts, 1980).

Hücrede bulunan maddeler, proteini ve hemiselülozu çözmek için asit deterjanda çözünmeyen fiber solüsyonu, sülfirik asit ve cetyl trimethylammonium bromid (CTAB) deterjanı beraber kullanılır. Bu çözünme işleminden sonra silika, selüloz, lignin, kitin çözünmeden kalır. Artık ham selüloz yönteminin yerine bu yöntem kullanılmaktadır (Yavuz, 2005).

Ruminantların rumeninde mikrobiyal sindirimi sağlayan selülotik ve amilolitik bakteriler, protozoalar ve mayalar bulunur. Bu selülotik ve amilolitik bakteri, protozoa ve mayaların rumende uygun ortamda yaşayabilmesi için rumenin uygun PH' da olması gerekmektedir. İşte bu noktada NDF ve ADF tükrük salgısını

arttırarak rumendeki PH' ın ideal sınırlarda kalmasını sağlar. Yine ruminant rasyonlarında gerekli ADF ve NDF' nin sağlanması asidozis, laminitis gibi birçok metabolik hastalıklağın önlenmesini sağlar (Tekce ve Gül, 2014).

1.3. NIRS (Near Infrared-Yakın Kızılötesi) Spektrofotometrisi

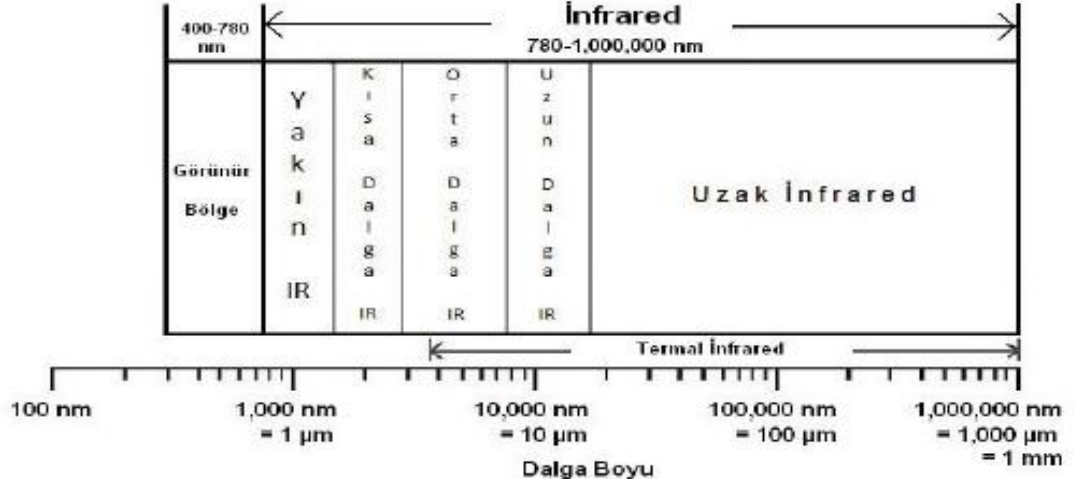
20. yy yarısına kadar kendine kullanım alanı bulamayan Yakın Kızıl Ötesi Enerjisi 19. yüzyılda Herschel tarafından bulunmuştur. İlerleyen senelerde ise NIR spektrumlarının, moleküller arasındaki bağlar ve moleküllerin türleri hakkında bilgi almada kullanılabileceği düşünülmüştür (Blanco ve Villarroya, 2002).

Atom, molekül ve iyonlar, enerji düzeylerinin başka bir enerji düzeyine geçmesi ile bir ışıma yaparlar. Bu elektromanyetik ışımaların absorplanma ya da yayılma değerlerinin ölçülerek yorumlanmasına spektroskopi denir (Kılıç ve ark., 1998).

Moleküller de karşılaştıkları yeterli enerjideki fotonları absorbe ederek uyarılmış duruma geçerler. Moleküllerinde sahip olduğu özgün spektrumları bulunmaktadır (Günel ve ark., 2007).

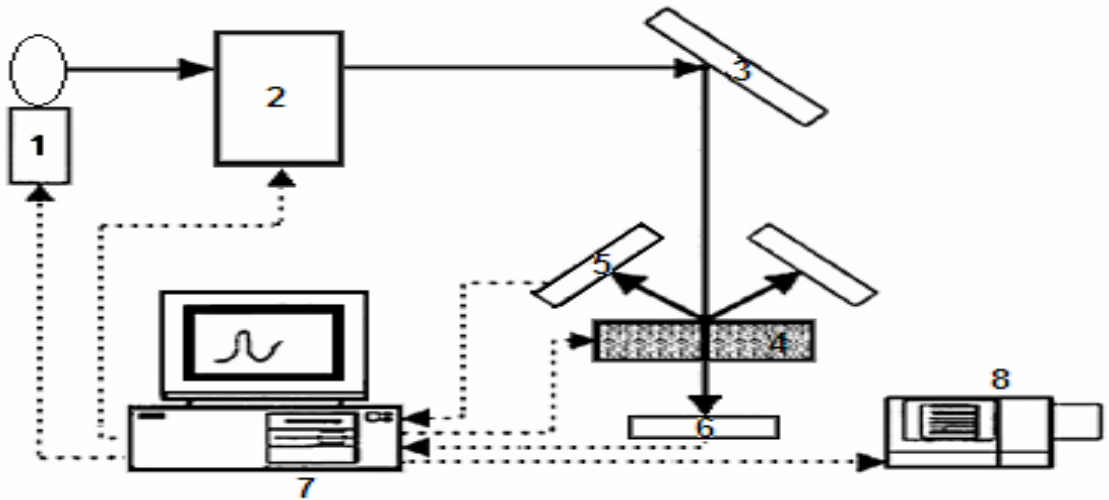
Genel olarak maddelerin ışığı absorbe etme, ışığı geçirme ya da yansıtma özelliklerini ölçülmesiyle oluşturulan çözümlemelere spektroskopik çözümlmeler denir. Maddelerin ışığı yansıtma, absorbe etme ya da geçirmesi kendilerine has bir özelliktir (Yetim, 2002). NIR spektroskopisi, maddede bulunan O-H, C-H, C-O ve N-H moleküler bağlarının titreşmesiyle absorbsiyon bantları oluşturur ve elektromanyetik spektrumda 780-2500 nm dalga boyu aralığını kapsar. Analiz yapılan maddedeki O-H, C-H, C-O ve N-H bağlarına yakın kızıl ötesi ışınlar gönderildiğinde bağlarda değişik enerji titreşimleri meydana gelmektedir. Bu olay gerçekleştiği zaman NIR bölgesinde organik moleküllerin enerji absorbsiyonu gerçekleşmektedir (Tiryaki, 2006). Yine moleküllerde meydana gelen titreşimler eğilme ve gerilme hareketi meydana getirir (Pasquini, 2003).

Şekil 3. Yakın kızılötesi ve elektromanyetik spektrum



Maddeler maruz kaldığı ışınlar farklı tepkiler verdiği için değişik NIR spektroskopisi ölçümlerinden faydalanılmaktadır. Yapılan işlemlerde kullanılan modlar geçirgenlik, iletişim, reflaktans, diffüz geçirgenlik ve diffüz yansımadır (Huang ve ark.,2008). NIR spektroskopi birimini ışık kaynağı, ışık ayırıcısı, numune detektörü ve analiz sistemi oluşturur (Kılıç ve ark., 1998).

Şekil 4. NIR spektroskopi sistemi (1. Işık Kaynağı; 2. Işık ayırıcısı sistem; 3. Reflektör; 4. Numune yatağı/ Detektör girişi; 5. Difüze yansıma detektörü; 6. İletim detektörü; 7. Kontrol ve bilgileri isleyen analiz sistemi; 8. Yazıcı)



(Cen ve He, 2007)

Yakın kızıl ötesi spektroskopisinde kalibrasyon oluşturma uzun süren zor bir işlemdir fakat uygulamaya geçildikten sonra birçok bileşenin analizi çok hızlı bir şekilde; birkaç dakika gibi bir sürede yapılabilmektedir. Kalibrasyonların güvenilir olması için referans aldığımız analizlerin de güvenilir olması gerekmektedir (Ertugay ve Başlar, 2011).

Kızıl ötesi yöntemleri kullanarak yapılmış kalibrasyon modelleri genel olarak güvenilir standart bir analiz yöntemi kullanılarak elde edilmiş verilere dayanır. Genel olarak spektral verileri matematiksel olarak hesaplar ve istatistiksel işlemler yaparak, spektral veriler ile referans verisi arasında en uygun istatistiksel ilişkiyi elde etmeye kalibrasyon denir. Kalibrasyon sayesinde çok kısa bir sürede bir maddenin içerik analizini yapabilmek için yapılan işlerin temelini oluşturur ve örneğin yoğunluğu ile spektral verilerin doğrusal bir ilişkisi olarak ortaya çıkar (Günel ve ark., 2007).

Yakın dönemlerde NIR uygulamaları kemometriyle biraraya getirilmiş ve birçok kalibrasyon modeli ortaya çıkmıştır. Adımsal çoklu lineer regresyon(SMLR), temel bileşen regresyonu (PCR), kısmi en az kareler (PLS) ve yapay nöral ağ (ANN) bunlardan bazılarıdır (Cen ve He.,2007; Aske ve ark., 2001; Ni ve ark., 2005).

1.3.1. Near Infrared-Yakın Kızılötesi Spektrofotometrisi Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları:

NIRS ile çok kısa sürede analiz sonuçları elde edilir. Kullanımı kolay ve hızlıdır. Sonuçlara online olarak ulaşabiliriz. Analiz için kullanılan numune miktarı azdır. Kullanılan numunelerin yapısı bozulmaz ve tekrar kullanılabilir. Analizler için kimyasallara ihtiyaç duyulmaz ve herhangi bir tehlike arz etmez. Analiz sonuçları elde edilirken çevre kirletilmemiş olur. Klasik yöntemlerde çok fazla alet ve

ekipmana ihtiyaç duyulurken NIRS' da bunlara gerek yoktur. Maliyet bakımından oldukça ekonomiktir (Ertugay ve Başlar, 2011).

NIRS' ın bir çok avantajı bulunmaktadır. Kısaca bunlar; hızlı olması, numunenin kolay hazırlanması, bir tek spektroda birden fazla analizin yapılabilmesi ve numunenin kullanıldıktan sonra bozulmayıp tekrar kullanılabilmesidir (Serdaroğlu ve Turp, 2004 ; Kamruzzaman ve ark., 2012; Elmasry ve ark., 2012).

Dezavantajları:

Başlangıçta sistemin kurulumu pahalı bir maliyete sahiptir. Kalibrasyon modellerinin oluşturulma süreci uzun ve zor olmaktadır. Referans alacağımız güvenilir analiz sonuçları olmalıdır. Bu yöntem daha çok ana bileşenlerin analizlerinde güvenilir sonuçlar vermektedir. Küçük bileşenlerin analizlerin de çok fazla hassasiyet gösterememektedir. Kalibrasyon modelleri her zaman başka bir makinada kullanılamamaktadır (Ertugay ve Başlar, 2011).

1.3.2. NIR Kullanım Alanları

Birçok biyolojik ürünün analizlerinde NIR spektroskopi teknolojisi kullanılmaktadır. Bu teknoloji başta gıda sektöründe olmak üzere petro-kimya ve tarım alanında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Yine et, süt, su, tahıl ve ürünleri, yağ ve sebzelerin birçok analizinde de kullanılmaktadır (Pasquini,2003; Huang ve ark.2008; Ertugay ve Başlar,2011). Yine bu teknoloji ile birçok alanda araştırma yapılmış ve sahada uygulanabilirliği olan sonuçlara ulaşılmıştır. Bu alanlardan bazıları; tahıllarda nem, ham protein, ham yağ, nişasta, kül tayinidir. Yine çeşitli buğdayların belirlenmesi, ekmeğin kalitesinin belirlenmesi yağ ve kuru glutenin, amino asitlerin belirlenmesi olarak sayılabilir (Anonim, 2016). Yine yem sanayisinde NIR spektroskopisi ile yem de kimyasal bileşenlerin belirlenmesi için çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Norris ve Hart, 1965; Shenk, 1992; Anonim, 2005). Bu yapılan çalışmaların, yemlerin kimyasal kompozisyonlarının ortaya konmasında NIR'ın uygulanabilir olduğunu

birçok araştırmacı bildirmiştir (Norris ve ark., 1976; Shenk ve Westerhans, 1985). NIR spektroskopisinin yem analizleri içinde kullanılan teknolojik bir yöntem olduğu bildirilmiştir (Redshow ve ark., 1986; Barber ve ark., 1990).

NIR spektroskopisi et sektöründe de yaygın olarak kullanılmaktadır. Etlerde kimyasal ve duysal analizlerinde kullanılmaktadır. Yine etlerde yağ, protein nem gibi analizler ve etlerdeki tahşişin belirlenmesi gibi birçok alanda başarılı kalibrasyon modelleri yapılmıştır (Meyers ve Osborne, 2006; Anonim, 2016).

NIR teknolojisi taze sebze ve meyvelerin analizlerinde çok kullanılan bir teknolojidir. Bunun nedeni analizi yapılan ürünün yapısını bozmamasıdır (Ertugay ve Başlar, 2011).

Gıda rnlerinde sıkla kullanılan NIR spektroskopisi petro-kimya, evre sektörü ve eczacılık gibi alanlarda da kendine kullanım alanı bulmaktadır. Petro-kimya da ürünlerin analizinde ve daha etkin bir üretim sağlanmasında kullanılırken eczacılıkta ise ham madde analizlerinde, ürünlerin ambalajlanmış olarak insan eli değmeden üretiminde kullanılmaktadır. evre konularında ise geri dönüşüm ve kirli toprağın analiz edilmesinde kullanılabileceği bildirilmiştir (Blanco ve Villarroya, 2002).

1.3.3. Tarım ve Yem Hammadde Analizlerinde NIR ile Yapılan Araştırmalar

1960 yıllarında Karl Norris Yakın Kıızıl tesi spektrum geliştirmiş ve ilk yaptığı çalışmalarda tarım ürünlerinde nem oranını belirlemek için yeni bir metot ortaya koymaya çalışmıştır (Pasquini,2003).

Hayvan beslemede rasyonlar çok fazla kaba yem içermektedir ve selüloz fraksiyonunda yemden yararlanma ile hayvan performansını etkilemektedir. Bu yüzden de lif analizleri ruminant beslemede büyük önem arz etmektedir (Jung, 1997).

Yem analizleri Weende, Soest analizleri ve benzeri yöntemler kullanılarak yapılmaktadır (Goldman ve ark., 1987). Kullanılan bu yöntemlerin doğru sonuçlar vermesi ve güvenilir olması nedeni ile hala kullanılıyor olsa da teknolojinin gelişmesi ile yeni laboratuvar teknolojileri de gelişim göstermiştir. Bu teknolojilerden NIR spektrokopisi yem sanayinde son zamanlarda çok kullanılan ve üzerinde çalışma yapılan bir teknoloji olmuştur. Bu teknoloji ile yem analizleri üzerinde birçok çalışma yapılmıştır (Norris ve Hart, 1965; Shenk, 1992; Anonim, 2005). Bu yem analizlerinde kimyasal bileşenlerin ortaya konmasında, NIRS'ın kullanılabilir olduğunu birçok araştırmacı yaptıkları çalışmalarda bildirmiştir (Norris ve ark.,1976;Shenk ve Westerhans,1985; Redshaw ve ark.,1986). Yapılan bu araştırmalar birçok çalışmaya yol göstermiştir. Bu doğrultuda NIRS cihazında toprak analizleri yapılmaktadır. Son zamanlarda yapılan bu çalışmalar NIR teknolojisinin sahada da kullanılabilir iyi sonuçlar verebileceğini kanıtlamıştır (Mouazen ve ark., 2006; Mouazen ve ark., 2007).

Yapılan bir araştırmada araştırmacılar, kimyasal ve NIRS yöntemlerini kullanarak metaryal olarak kullandıkları dut yaprağı, çiğit, pamuk yaprağı, keçi boynuzu, zeytin yaprağı, ve anızlık tütünün besin içeriklerini belirlemeyi ve karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Bu yemler her iki yöntem ile ayrı ayrı analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda ham protein değerleri arasındaki fark, diğer besin madde değerlerine oranla daha düşük bulunmuştur. Her iki yöntemde de Keçi boynuzun da ham selüloz (HS) değerleri birbirine yakın ($P>0,005$) tespit edilirken; Ham yağ (HY), Ham kül (HK) asit deterjan fiber (ADF), nötral deterjan fiber (NDF) ($P<0,05$) ve ham protein değerleri birbirinden farklı belirlenmiştir. Dut yaprağı, zeytin yaprağı ve çiğitte kimyasal ve NIRS analizlerinde ise HY, HP ve HK birbirine yakın değerler ($P>0,05$) vermiştir. Bu araştırmada sonuç olarak NIRS ile yapılan analizlerden elde edilen sonuçların, kimyasal yöntemler ile yapılan analizlerden elde edilen değerlere yakın sonuçların elde edilebilmesi için örnek olarak kullanılan bitkilerin farklı fizyolojik dönemlerini kapsamaları ve daha fazla örnek üzerinde çalışma yapılmasının önemli olduğunu belirtmişlerdir (Pehlevan ve Özdoğan, 2015).

Mardin'in Derik ilçesinde de meradaki otun kalitesini belirleyebilmek için araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada mera otunda ADF, NDF, ham protein, Kalsiyum (Ca), Potasyum (K), Fosfor (P) ve Magnezyum (Mg) analizleri yapılmıştır. Analizler Near Infrared Spectroscopy-Foss Model 6500 cihazında Dicle Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarında yapılmıştır. Meradan alınan kuru ot örneklerinde ADF oranı %37,84, NDF oranı %47,14 Kuru Madde oranı %59,42 Ham Protein oranı %16,62 , Kuru madde Tüketim oranı %2,56 , Nispi Yem Değeri 118,26 , P oranı %0,26 , K %1.87 , Ca %1,59 , Mg %0,36 olarak bulunmuştur (Aydın ve ark., 2014).

Yapılan diğer bir çalışmada yem bezelyelerindeki fosfor miktarını spektral yansıma değerlerini kullanarak belirlemeye hedeflemişlerdir. Yapılan bu çalışmada örneklerdeki fosfor düzeyi ile dalga boyu yansıma değerleri arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Bu çalışmada yapraktan yapılan analizler daha sağlıklı sonuçlar vermiştir. Bu çalışmada elde edilen veriler yem bezelyesinde fosfor seviyesinin ortaya konmasında spektral yansıma değerlerinin kullanılabilceğini göstermiştir (Özyiğit ve Bilgen, 2012).

Ekmeklik buğdaylar üzerinde yapılan çalışmada değişik ekmeklik buğdayların protein oranları NIR, Kjeldahl ve Dumans yöntemleri ile belirlenmeye çalışılmış ve bu yöntemler arasındaki farkların bulunması hedeflenmiştir. Bu çalışmada harmankaya, müftibey, kızce, sönmez, altay, dağdaş, bezostaja, çetinel, Tekirdağ, tosunbey, pehlivan ve proste ekmeklik buğday çeşitleri kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan yöntemler ile yapılan analizler ve çeşitlerin arasındaki farklılıklar %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. En fazla protein değerini Dumans protein analiz yöntemi vermiştir. Bu üç yöntemde de en fazla protein değeri harmankaya buğday çeşidinden elde edilmiştir. Bu çalışmada Kjeldahl ve NIR protein analiz yöntemleri benzer yöntemler olarak bildirilmiştir. Yine bu çalışmada protein analizinde NIR yöntemi; sonuçlarının güvenilir, hızlı ve düşük maliyetli olması, kimyasal madde kullanımının olmaması nedeni ile bilimsel çalışmalarda ve un sektöründe güvenle kullanılabilir olduğu belirtilmiştir (Olgun ve ark., 2013).

Mısır tanesi üzerinde NIRS yöntemi ile yapılan çalışmalardan bir araştırmada mısır un haline getirilip bu mısır ununda yağ, protein, karbonhidrat ve kül oranını tespit etmek için NIRS yöntemini kullanmışlardır. Bu analizleri yaparken farklı kalibrasyon modellerini karşılaştırmayı hedeflemişlerdir. Bu çalışmada materyal olarak 115 hibrit genotip ve 23 tane saf hatta ait toplamda 138 örnek kullanılmıştır. Çalışmada ortaya çıkan referans analizlerin sonuçlarından Kısmi En Küçük Kareler Regresyonu(PLSR) ve Çoklu Doğrusal Regresyon(MLR) yöntemi kullanmışlar ve farklı tahmin modeli oluşturmuşlardır. Oluşturulan bu tahmin modellerinin (n=110) validasyon işlemi çeşitli genotipler (n=28) kullanılarak yapılmıştır. Protein oranı bu oluşturulan modellerde en yüksek doğrulukta çıkmıştır (rMLR=0,990 ve rPLSR=0,987). Diğer elde edilen veriler karbonhidrat için rMLR=0,801, rPLSR=0,755 ; yağ için rMLR=0,823 , rPLSR=0,723; kül için rMLR=0,926 ,rPLSR=0.810 dur. Protein haricindeki bu özellikler için matematiksel modellere göre MLR modeli PLSR modelinden daha iyi sonuç vermiştir. PLSR modelinde yapılan tahminlerin, MLR modeline kıyasla dış validasyon işleminde hata payının düşük olduğu sonucuna varmışlar. Elde edilen sonuçlarda mısırdaki protein analizlerinde NIR yönteminin başarılı olduğunu diğer özelliklerin oranın tahmini için daha fazla çalışmalara gerek olduğunu bildirmişlerdir. Modellerde etkili olan dalga boylarına ait profil analizi, modele dahil edilen dalga boylarının regresyon katsayıları düşük olduğundan tahmin gücünün de yeterli olmadığını ortaya koymuşlardır. Yine çalışmada karbonhidrat ve protein oranının, yağ ve kül oranına nazaran tarama yapılan alanda daha az sayıda spektral bölgede ilişkili olduğunu bildirmişlerdir (Egesel ve Kahraman, 2012).

Bir diğer çalışmada sorgum biyokütlesinde selüloz, hemiselüloz, lignin ve etenol verimini belirlemek için kısmi en küçük kareler (PLS) ve yakın kızıl ötesi yansıma spektroskopisine dayanan hızlı ve düşük maliyetli yöntemler geliştirilmiştir. Modeller 100'den fazla hibrit ve yakın soylardan elde edilen 957 adet örnek ile oluşturulmuştur. Yöntemlere Brezilya ve uluslararası yönergelere uygun olarak tam ve çok değişkenli analitik bir doğrulama yapılmış ve doğru, doğrusal hassas ve tarafsız olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak bu yöntemlerin stabil olduğu , uygun

kontrol grafikleri geliştirerek yaklaşık altı ay boyunca izlenmiştir (Cristiane ve ark., 2014).

Materyal olarak değişik genetik özellikteki saf ve hibrit hatlardan oluşan 260 tane mısır örneği kullanarak bir çalışma yapılmıştır. Bu araştırma ile FT-NIR yöntemi kullanılarak farklı mısır tiplerinden alınan örneklerde protein ve yağ oranlarını tahminleyecek kalibrasyon modellerinin geliştirilmesi ile mısır örnekleri ve kullanılan kemometrik metodun tahmin gücüne etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Örneklerde yağ ve protein oranı nicel analizleri yapılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar tane ve öğütülmüş olarak FT-NIR cihazından elde edilen spektrum verileri kullanılarak kalibrasyon modelleri (n=227) oluşturulmuştur. Model geliştirirken Çoklu Doğrusal Regresyon (MLR) ve Kısmi En Küçük kareler Regresyonu (PLSR) metodlarından yararlanılmıştır. Dış doğrulama işlemi ile de (n=20) bu modellerin güvenilirliği sınanmıştır. Bu çalışmanın neticesinde öğütülmüş örnekler ile yapılan modellerde protein oranı açısından MLR (RMSEC=0,5482; SEE=0,5494; $r=0,882$; $R^2=0,7776$) ve PLSR (RMSEC=0,5504; SEE=0,5516; $r=0,880$; $R^2=0,7758$) metodunun tahmin gücü açısından benzer olduğu ortaya konmuştur. PLSR (RMSEC=0,4429; SEE=0,4439; $r=0,719$; $R^2=0,5179$) yönteminin yağ oranı için tahmin gücünün MLR modeline göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Yağ oranında MLR modeli ile daha doğru sonuçlara ulaşılırken, protein oranında modeller arasında benzer sonuçlar elde edilmiştir. Aynı çalışmada tane örnekleri ile alınan spektrumlara dayalı modellerin tahmin gücünün kullanıma elverişli olmadığı çıkmıştır. Bu çalışmada vardıkları sonuç; kullanılan istatistiksel yöntemin ve ölçüm alınan örnek yapısının tahmin gücüne önemli bir etkisinin olduğu, bu çalışmada kullanılan ölçüm yönteminin öğütülmüş örnekler üzerinde daha başarılı sonuçlar verdiği anlaşılmıştır (Egesel ve ark., 2015).

Makro (kalsiyum, potasyum, Fosfor) ve Mikro (Demir, Mangan, Sodyum, Çinko) elementlerin analizi için uzak yansıma fiber optik prob ile birlikte yakın kızıl ötesi spektroskopisi teknolojisinin kullanımı incelenmiştir. Regresyon yöntemi olarak modifiye kısmi en küçük kareler (MPLS) kullanılmıştır. Modelin tahmin kapasitesi ve yöntemin güvenilirliği, bilinmeyen bileşimdeki yonca numunelerinde dış

doğrulamada kontrol edilmiş ve sonuçlar metodun uygunluğunu doğrulamıştır (Gonzalez ve ark., 2007).

Yonca bitkisinin kalitesini belirlemek için yapılan bir çalışmada selüloz üzerinde bir dizi klasik analizlerden olan NDF ve ADF analizleri yapılmıştır. Bu analizlerde NIRS (Yakın Kızılötesi Spektrofotometre) kullanılmıştır. NIRS cihazının kalibrasyonu ile iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu sistem, yoncadan elde edilen organik maddenin belirlenmesi ve diğer yem kalitesinin belirlenmesi için NIRS tekniğini kullanılmasına olanak sağlayacağı ortaya konmuştur (Dale ve ark., 2012).

Bir diğer çalışmada dağ samanı denilen ve apusemi dağlarından ve garda bölgesindeki tarlalardan toplanan otlarda Ham selüloz, ADF, NDF ve Lignin içeriğinin NIRS ile ortaya konmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar göstermiştir ki NIRS; ham selüloz, NDF, ADF ve lignin içeriğinin belirlenmesi için kullanılabilir ve dağ samanlarının kalite kontrolleri için bir kriter oluşturabilir (Dale ve ark., 2011).

Bir diğer çalışmada katılımcı 6 laboratuvar ile ADF ve ham proteinin yemler arasındaki farkın NIRS ile belirlenmesi için ortak bir proje yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar ile, (NIRS) denklemlerinin laboratuvarlarda ADF ve ham protein analizleri için, NIRS yem analizinin standart bir yöntem olarak kullanılabilinecek kalibre ve doğrulukta olduğunu göstermiştir (Barton ve Windham, 1988).

Yine yonca samanı ile yapılan bir araştırmada, yonca samanının kalite parametreleri; NDF ve ADF yakın kızılötesi yansıma spektroskopisi ile Fourier dönüşümü kullanılarak tahmin edilmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki; yoncanın FT-NIR modelleri doğruluk ve kesinlik açısından değerlendirilebilecek kaliteye sahiptir: çapraz doğrulamanın korelasyon katsayısı 0.953 88 - 0. 990 19 ve RMSECV 1.980-0.345; dışsal doğrulamanın korelasyon katsayısı ise 0.963-0.990. FT-NIR kullanılarak, analiz hızlı ve doğru bir şekilde ve hiçbir kimyasal reaktif (reagent) olmadan yonca samanı'nın kalitesini belirlemektedir (Nie ve ark., 2007).

Yapılan bir çalışmada çapraz doğrulamaya ilişkin standart hatanın (SECV), ruminant rasyonunun organik madde sindiriminin NIRS tekniği ile tahmin edilmesinde duodenal sindirimi hakkında kimyasal ve biyolojik bileşimler ile mikrobiyal protein oranının NIRS kullanılarak doğru tahmin edilebildiği ortaya konmuştur. Bütün bu çalışmalar yem sindirimini ön görmek için NIRS tekniğini kullanmada büyük ilerlemeler kaydedildiğini ve ruminant rasyon kalitesini değerlendirdiğini bunun da NIRS tekniğinin ruminant rasyon araştırmalarında geniş bir ihtimale sahip olduğunu önermektedir (Guo ve ark., 2009).

Bütün bu araştırmalar göstermiştir ki yem, hayvancılık üretiminin temel dayanak noktasıdır ve kalitesi doğrudan hayvan ve ürünlerinin kalitesiyle ilişkilidir. Yem kalitesini kontrol etmek ve yem üretiminde yem hammaddelerinin bileşimini tespit etmek çok önemlidir. Yem kalitesinin öngörülmesi, geçmişte geleneksel ve klasik yöntemlerle yapılmıştır; bu yöntemler karmaşık, zaman alıcı, pahalıdır ve istenilen zamanda bu değerleri veremezler. Yakın kızılötesi yansıma spektroskopisi, 1970'lerde geliştirilen oldukça etkili ve hızlı bir modern bir analiz tekniğidir. Bilgisayar tekniği ile, spektroskopi ve kemometresinin en son araştırma sonuçlarını kapsamlı bir şekilde uygulamıştır ve zamanında, daha az pahalı, tahribatsız olması gibi benzersiz avantajları nedeniyle yaygın olarak çeşitli alanlarda kullanılmıştır. Yem analizine uygulanması çok geç olsa da yakın kızılötesi yansıma spektroskopisi gittikçe önem kazanmıştır. Günümüzde, sadece geleneksel bileşim (nem, kuru madde, ham protein, ham selüloz, ham yağ, ham kül nötral deterjan fiber(NDF), asit deterjan fiber (ADF) vb.). Bununla birlikte geleneksel olmayan bileşim (mineraller, makro, iz elementler, enzim ve antinutrisyonel) yakın kızıl ötesi yansıma spektroskopisi ile belirlenmektedir. Ayrıca kızılötesi spektroskopi, otlak ve yaprak / sap oranlarında botanik bileşimini tahmin etmede de başarılı bir şekilde kullanılabilir (Ren ve ark., 2009).

Bu araştırma ile Türkiye'de ilk defa farklı bölgelerde üretilen mısır tanesinde ADF seviyesinin belirlenmesinde NIR kalibrasyonu oluşturulması amaçlanmıştır.

2-MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Toprak Mahsulleri Ofisi'nin Türkiye'nin yedi bölgesinde bulunan satın alma ajanslarına getirilen 320 adet mısır numunesi kullanılarak yapılmıştır. Numuneler Diyarbakır, İskendurun, Adana, Gaziantep, Şanlıurfa, Konya ve İzmir illerindeki bölge satın alma ajansları ve bağlı olduğu şubelere gidilerek ajanslara mısır getiren üreticiden doğrudan temin edilmiştir. Numune alma esnasında; numunelerin alındığı mısırların sahibi olan her bir çiftçinin kimlik bilgileri ve her bir mısır numunesinin yetiştirildiği bölge bilgileri kayıt altına alınmıştır. Temin edilen her bir numunenin kayıt işlemleri tamamlanarak, her bir numune hava ile teması olmayacak şekilde poşetlere konmuştur. Numuneler alındıktan sonra hızlı bir şekilde Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Yem Analiz Laboratuvarı'na nakledilmiştir. Her bir örnek Laboratuvarda ultra santrifüjlü rotorlu öğütücü kullanılarak öğütüldü (ZM200, Retsch Ltd., Düsseldorf, Almanya). Öğütülen numuneler 1 mm çapındaki eleklerden geçirildi. Numuneler öğütüldükten ve eleme işlemi bittikten sonra tekrar her bir numune ayrı ayrı hava ile teması olmayacak şekilde naylon poşetlere konulmuştur. Tamamlanan öğütme işleminin hemen sonrasında, her bir numuneden ferdi olarak spektra toplanmıştır. Spektra toplama işlemi esnasında numuneler cam bir petriye alınarak, NIR cihazının (NIRMaster®, Büchi Labortechnik AG, Flawil, İsviçre) otomatik rötör kısmına yerleştirilmiş ve her bir numune üç kez spektra alınmak suretiyle spektralar toplanmıştır. Bu toplanan spektralar NIR cihazına entegre olan kişisel bilgisayarda üreticinin sağladığı aynı isimli program ile uygun biçimde elektronik ortamda depolanmıştır. Direkt olarak spektraları toplanan örnekler tekrar ayrılarak analiz edilinceye kadar -20 C'de korunmuştur.

Desikatörler içerisinde numuneler bir gece süresince oda sıcaklığında bekletilerek, nem almadan çözdürülmesi sağlanmıştır. Çözünen numunelerden Van Soest (1994) tarafından bildirilen metoda uygun olarak ADF analizi yapılmıştır. Analizde Tam otomatik ADF analiz cihazı kullanılmıştır (Fibretherm®, Gerhardt, Germany). Her bir örnek için elde edilen yaş kimya verileri NIR Master içerisinde bulunan operatör programına kaydedilmiştir.

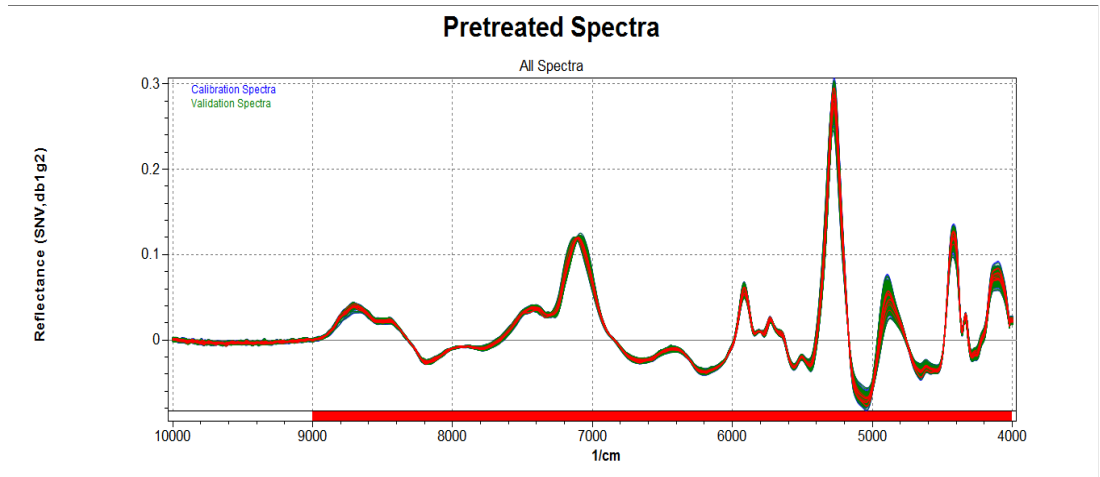
2.1. Kalibrasyonların Oluşturulması, Veri Analizi ve Kemometrik Analizler

Elde edilen spektralar ve yaş kimya verileri üzerinden oluşturulan kalibrasyon ve istatistik değerlendirmeler NIRCAL programı (Büchi Labortechnik AG, Flawil, İsviçre) ile değerlendirilmiştir. Spektraların kendi içerisinde kalibrasyon ve validasyon setleri program yardımı ile ayrılmıştır. Elde edilen spektralar PLS (Partial Least Square) yöntemi ile ikincil türev üzerinden (second derivative) değerlendirilmiştir. Normalizasyon çalışması yapılan verilerde SNV (Standard Normal Variate) metodu uygulanmıştır. Ayrıca birinci dereceden türev alınarak (1st Derivation B Cap 5 Points Gap 2) veriler regresyona hazır hale getirilmiştir. Outlier değerleri kalibrasyon setinden çıkarılarak normalleştirilen spektralara lineer regresyon uygulanmış ve kalibrasyon kalite parametreleri ortaya çıkarılmıştır. Bu aşamada R^2 değeri, Validasyon ve Kalibrasyon setinin standart sapmaları hesaplanmıştır. Reflektanslara göre Regresyon Katsayıları ile elde edilen grafikler çıktı alınmıştır. Ayrıca validasyon setinin tahminleme rezidüel hatasının kareler toplamı da (V-Set PRESS) ortaya çıkarılmıştır.

3. BULGULAR

Spektralara uygulanan ön uygulamalar sonucu reflektans görünümleri (1/log) ve normalleştirilmiş spektralar Grafik 1.'de gösterilmiştir.

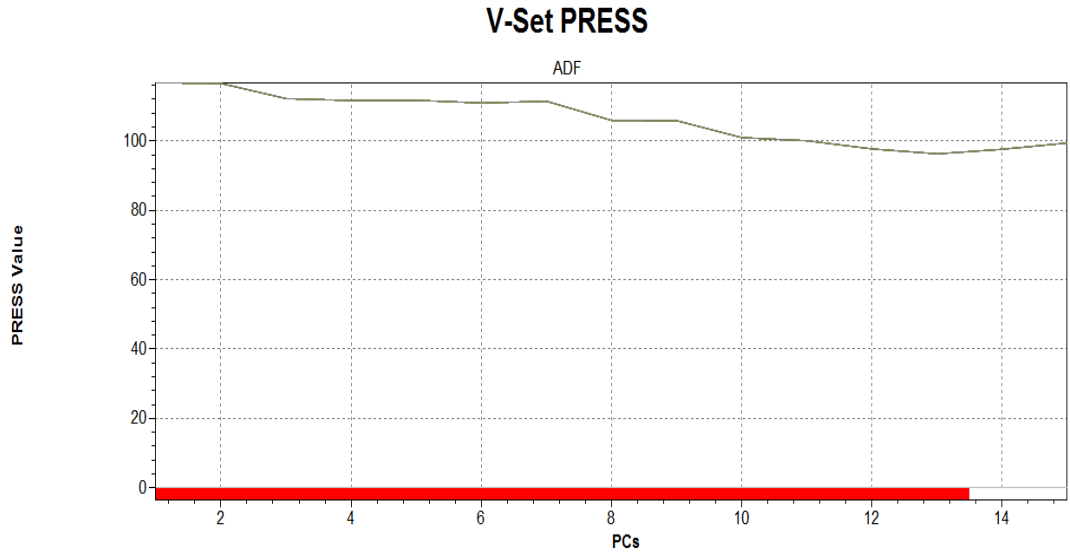
Grafik 1. Normalizasyon uygulanmış spektra seti



Uygulama sonrasında elde edilen fonksiyonel spektraların 9000-4000 nm/cm dalga boylarında elde edildiği görülmüştür.

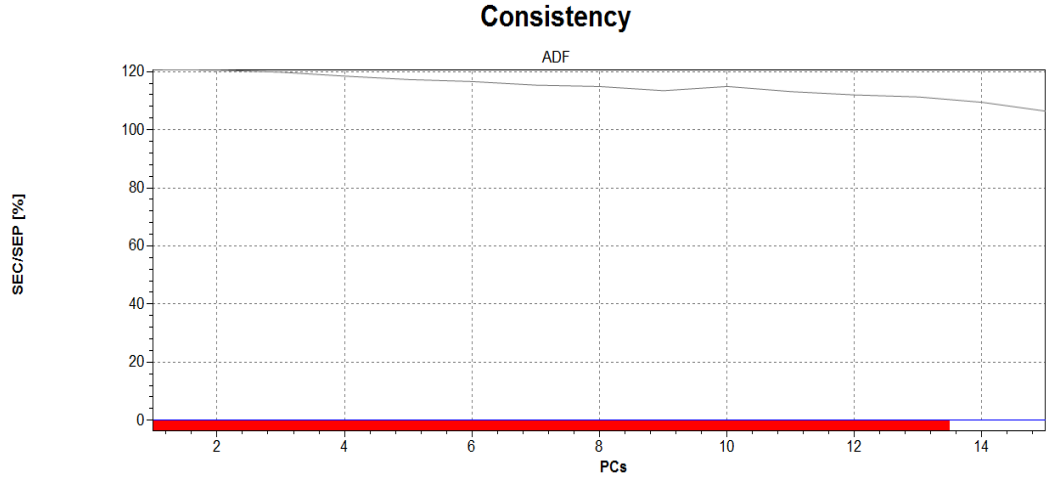
Elde edilen validasyon setinin tahminleme rezidüel hatasının kareler toplamı grafiği (V-Set PRESS) sayesinde temel bileşen değeri (Principal Components) 12-14 arasında olmuştur. V-Set PRESS üzerinden temel bileşen değerleri Grafik 2.'de gösterilmiştir.

Grafik 2. Tahminleme rezidüel hatasının kareler toplamı



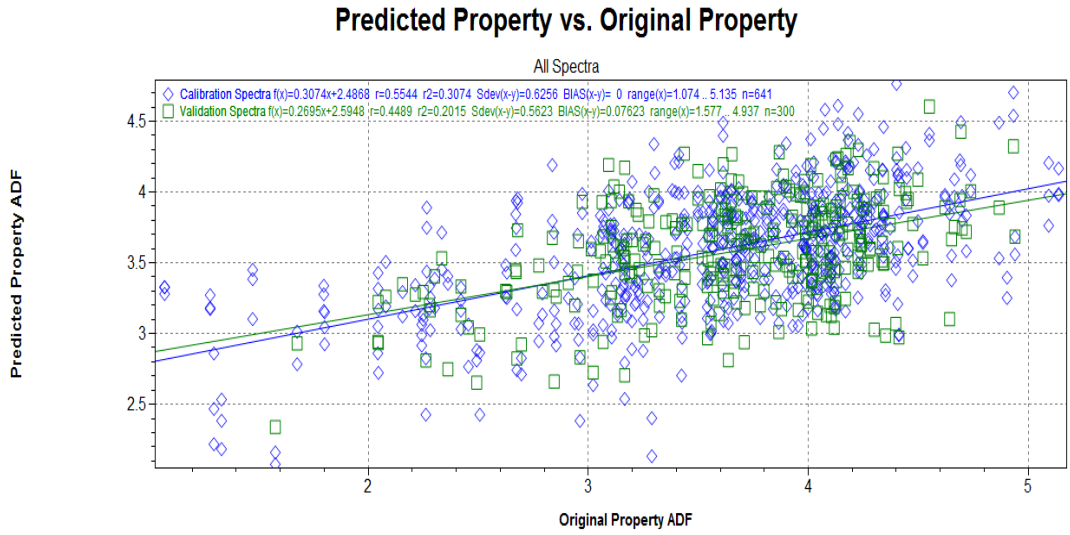
Elde edilen regresyon tutarlılığı kalibrasyonun standart hata değerinin (SEC) tahminleme standart hatasına bölünmesi (SEP) sonucunda elde edilmiştir. Tutarlılık değeri 100 ile 120 arasında belirlenmiştir. Tutarlılık analizi sonuçları Grafik 3.'te gösterilmiştir.

Grafik 3. Kalibrasyon setinin tutarlılık analizleri



Kalibrasyon ve validasyon setlerinden elde edilen doğrusal regresyon değerlerine ait çıktı Grafik 4.'te gösterilmiştir.

Grafik 4. Kalibrasyon ve validasyon seti modelleri



Regresyon analizine kalibrasyon setinde 641, validasyon setinde 300 ölçüm dahil edilmiştir. Analiz sonucunda Kalibrasyon ve Validasyon setlerine ait model aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

Kalibrasyon seti

$$f(x) = 0.3074x + 2.4868$$

$$r=0.5544; r^2= 0.3074 \text{ Standart Sapma} = 0.6256$$

Validasyon seti

$$f(x) = 0.2695x + 2.5948$$

$$r=0.4489; r^2= 0.2015 \text{ Standart Sapma} = 0.5623$$

4. TARTIŞMA

Bu tez araştırmasında, Türkiye’de mısır tarımının yoğun olduğu 7 ayrı bölgeden toplanan tane mısır örneklerinden Toplam 320 numunedan (her biri 3 spektra olacak şekilde) toplam 960 spektra alındı. Kalibrasyon setinde 641, validasyon setinde 300 adet spektra kullanıldı. Ayrıca 19 spektra değerlendirme dışı bırakıldı. Konuyla ilgili olarak Near infrared Reflectans (NIR) cihazı kullanılarak gerçekleştirilen yapılan bazı kalibrasyon araştırmalarında rapor edilen spektra ve örnek sayısı ve oranlama tahminleme güçlerini gösteren literatür bildirişlerine ilişkin datalar tablo 11 ‘de gösterilmiştir.

Tablo 11. Benzer nitelikte yapılan ve NIR spektroskopi ile kemometrik analizlerin tahminleme güçlerinden örnekler.

Mısır	Örnek sayısı	Analiz edilen besin maddesi	R² değeri	Referans
Silaj,Haylaj,Saman	300	ADF	0.65	Valdes ve ark.,1985
Koçan	61	ADF	0.85	Fassio ve ark., 2014
Koçan	135	ADF	0,79	Melchinger ve ark.,1986
Bütün mısır bitkisi	1500	ADF	0,88	Valdes ve ark., 1990
Koçan	16	ADF,NDF	0.94, 0.95	Zimmer ve ark., 1990
Bütün Mısır bitkisi	400	ADF, NDF	0.98, 0.83	Cozzolino ve ark., 2000
Tane	62	Nem,Ham protein, NDF,ADF,Gros enerji	0.96, 0.97, 0.97, 0.98, 0.98	Choi ve ark.,2014
Koçan	600	NDF, ADF	0.94, 0.92	Bai ve ark.,2004

Sunulan çalışmada tane mısırdaki ADF kemometri analizlerine ait sonuçlar tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Yaş kimya analiz sonuçları ve veri parametreleri

ADF Kemometrik analiz sonuçları	
Numune sayısı	320
Ortalama	3,6718
Standart Hata	0,0366
Standart Sapma	0,641
En yüksek değer	5,9
En düşük değer	2,04
Medyan	3,7305
Varyans	0,4109
Bağıl standart sapma	0,1746 (% 17,46)

Yukarıda gösterilen Tablodan da görüleceği üzere, bu araştırmada NIR kalibrasyon analizlerine temel teşkil edecek şekilde geniş bir aralığa sahip olan veri seti tesbit edilmiştir. Bu sonuçlar, Türkiye'nin mısır yetiştirilen değişik bölgelerinden elde edilen tane mısır numunelerindeki çok geniş bir değişkenlikte (varyasyonda) ADF içeriğinden ileri gelmiş olabilir. Mısır yetiştirilen başka ülkelerde de tane mısırın ADF değerleri sonuçları içerikleri çok geniş bir aralıkta olduğu yapılan çalışmalar neticesinde rapor edilmektedir (Cozzolino ve ark.,2000).

Sunulan bu tez çalışmasında kemometrik metotla tesbit edilen tane mısır ADF sonuçları % 8,066-19,8260 aralığında bulunmuştur. Çalışmamızda bulunan bu değerler, literatürlerde bildirilen tane mısır ADF sonuçlarıyla uyumludur (Feedipedia,2017; Adm,2016).

Bu tez çalışmasında gerçekleştirilen yaş kemometrik (laboratuar) tetkikleri 320 adet tane mısır örneği üzerinde sürdürülmüştür. Analizler sonucu 0.6410 standart sapma (deviasyon) değeri bulunmuştur. Çalışmamızda elde edilen bu değer bazı araştırmalarda (Valdes ve ark.1990) bulunan standart sapma sonuçlarıyla benzer niteliktedir. Fassio ve ark., (2014), mısır koçanında standard sapma değerlerini NDF

için % 4.0, ADF için % 12.35, kül için % 0.67 ve organik madde sindirilebilirliği için ise %2.52 olarak belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar NDF ve ADF için standart hata değerlerini ise sırasıyla %5.84 ve %1.65 olarak belirlemişlerdir.

Benzer nitelikte yapılan başka bir araştırmada (Melchinger ve ark.,1986), mısır tanesinde standard hata değerlerini suda eriyebilen karbonhidratlarla, protein ve selüloz ile mısır koçanında ADF ve protein değerleri açısından NIR analizleri sonucu sırasıyla % 0.21, 0.16, 0.11, 0.46 ve 0.28 olarak tesbit etmişlerdir ve buldukları bu değerleri kemometrik analizlerden % 6 - 22 oranında daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

Koçan tane ve saplarını içeren tüm (total) mısır bitkisinin protein içeriği için ortalama değer % 5.1- % 9.9 ve R^2 değeri 0.85 olarak bildirilirken, ADF için ortalama değer %14.0- % 35.4 ve R^2 değeri de 0.96 olarak rapor edilmiştir (Valdes ve ark.,1990). Zimmer ve ark.,(1990), ise mısır koçanının ADF değerini % 34.9 ve R^2 değerini 0.94 olarak bildirmişlerdir. Cozzolino ve ark.,(2000) aynı özellikte yaptıkları bir çalışmada, tam mısır bitkisinin ADF için R^2 değerini 0.98 ve standart hata değerini 1.65 olarak bildirmektedirler.

Sunulan bu tez çalışmasında, bulunan spektralara önuygulama (pretreatment) olarak birinci türev gap 2 (first derivate gap 2) standart normal varyasyon (SNV) ve çarpımsal dağılım düzeltmesi (multiplicative scatter correction; MSC) uygulanmıştır. Bu parametre değerleri spektra sonuçlarının belirlenmesinde ve hesaplanmasında sıklıkla kullanıldığı çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur (Panero ve ark., 2013). Multiplicative scatter correction (MSC) ve standart normal varyasyon (SNV) uygulamalarının tesbit edilemeyen yol uzunluğu ve ışın saçınılması (path length ve light scattering) gibi donanımsal spektrofotometri yanlışlarını ortadan kaldırmada son derece başarılı olduğu ortaya konulmuştur (Gallagher ve ark., 2005; Panero ve ark., 2013). Ortamın sıcaklığı, ortamın nem düzeyi, ortamın ışık düzeyi ve ortamdaki titreşim farklılıkları, alınan numunelerin boyut veya yetiştirilen toprak ve türlerinden kaynaklanan farklılıkları, ya da detektörden ileri gelen dış ortam kaynaklı başlangıç spektralarının varyasyonları

farklılık gösterebilir (Huang ve ark., 2010). Bahsedilen başlangıç etkilerini ortadan kaldırarak yaş kimyasal analizlerle oluşturulan kemometrik grafiğin farklılıklarını (değişkenliklerini) minimum düzeye indirgeyerek hatalı bir hesaplama yapılmasının önüne geçmek için birincil ve ikincil türevlerin (first-second derivative) kullanılması tavsiye edilmektedir (Moghimi ve ark.,2010).

Bu araştırmada, spektraların hesaplanmasında ve değerlendirilmesinde, kısmi en küçük kareler metodu (Partial Least Squares : PLS) kullanılmıştır. Kullanılan bu PLS metodu NIRS kalibrasyon hesaplamalarında çok fazlaca kullanılmakta ve bu metodun diğer metotlara göre en fonksiyonel yöntemlerden biri olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Wang ve ark., 2010; Blanco ve ark., 2011) Bu yöntemde yani kısmi en küçük kareler (PLS) metodunda, aralarında çoklu doğrusal ilişki olan açıklayıcı değişkenler, algoritmalar desteği ile hem ona bağımlı değişkendeki ileri gelen değişimleri yanı zamanda da açıklayıcı değişkenlerdeki değişimi anlatabilmekte ve açıklayabilmektedir (Bulut ve Alın, 2009). NIR kalibrasyon çalışmalarında herhangi bir model oluşturmanın ilk safhası, örnek spektraları %70-80 kalibrasyon ve % 20-30 doğrulama gruplarına ayırtırmak ve bölmektir. Yapılan bu uygulamadan hemen sonrasında kalibrasyon kümesi farklı 40 adet istatistik metoda tabi tutularak R^2 değerleri hesaplanabilmektedir (Bulut ve Alın, 2009).

NIR kalibrasyon çalışmalarında örnekten hesaplanan tahminleme gücünün belirlenmesinde yani kemometrik analizle NIR analizi arasındaki farkın tahminlenmesinde başka bir ifadeyle denklemin başarısını ölçmede R^2 (belirleme katsayısı) katsayısı kullanılmaktadır. Bu R^2 değeri, bağlanım (regresyon) katsayısı olan R değerinin karesi alınarak hesaplanmaktadır (Günel,2003). Bu belirleme katsayısı olan R^2 değeri 0 ve 1 sayıları arasındadır. R^2 'nin rakamsal değeri 1 sayısına ne kadar yakınsa bulunan sonuç değer o kadar güçlü ve elde edilen sonuçlar kabul edilebilir düzeydedir (Gujarati,2015). Sunulan bu tez çalışmasında mısır tanesinde ADF değeri için kalibrasyon setinin R değeri 0.5544 ve R^2 değeri 0.3074, standart sapma değeri: 0.6256, validasyon setinin R değeri 0.4489 ve R^2 değeri 0.2015 ve standart sapma değeri ise 0.5623 olarak tesbit edilmiştir. Valdes ve ark.,(1990), tüm

mısır bitkisinde NIRS tekniği kullanarak yaptıkları çalışmalarında ADF değeri için R^2 değerini 0.86-0.90 aralığında tesbit etmişlerdir. Yine aynı nitelikte olmak üzere, Fossio ve ark.,(2014) mısır koçanında ADF değeri için R^2 değerini 0.85 olarak bulmuşlardır. Literatür bildirişlerde gösterilen bu sonuçlar, tez alışmamızdaki ADF değerinin R^2 katsayısı sonucundan oldukça yüksek değerde bulunmuştur. Bu sonuçlar göstermektedir ki; mısır bitkisinin üretiminin yapıldığı toprağın türü ve çeşidi, iklim farklılıkları, yağışlar, topraktaki mineraller ve de bunlardan daha önemlisi mısır tanesinin ırk ve genotip farklılığından ileri gelmiş olabilir.

5. SONUÇ

Ülkemizde yerli bir kalibrasyon oluşturma çalışmaları kapsamında, öncelikli olarak çiftlik hayvanlarının rasyonlarında en fazla düzeyde kullanılan, ülke olarak yerli üretim tüketimi karşılamadığından dolayı bir kısmını ithal etmek zorunda olduğumuz tane mısırın farklı yedi ayrı bölgede yetiştirildiği noktalardan bizzat getirilerek, laboratuvar ortamında FT-NIR cihazı ve NIRCAL kalibrasyon programı yardımıyla yerli bir kalibrasyon çalışmasının ilk nüveleri oluşturulmaya çalışılmıştır. Tane mısırın ADF içeriği ile ilgili olarak kalibrasyon geliştirilmeye çalışılan bu araştırmada üzerinde çalışılan numune sayısı doğru ve güvenilir bir kalibrasyon için yeterli gelmemiştir. Bu yüzden daha kapsamlı ve daha fazla numuneyle yapılacak çalışmalara gereksinim bulunmaktadır.

6.ÖZET

Bu araştırma, Türkiye’de ilk defa olmak üzere, mısır tarımının yoğun olarak yapıldığı yedi ayrı bölgeden toplanan 320 adet tane mısır numunesinde Asit Deterjan Fiber (ADF) düzeyinin belirlenmesinde NIR kalibrasyonunun oluşturulması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Toplanan 320 adet mısır numunesi önce öğütülmüş ve sonrasında her birinden ayrı ayrı spektralar toplanmıştır. Mısır numunelerinin kemometrik (yaş kimyasal) metotla referans analizleri yapılarak kalibrasyon çalışmaları yürütülmüştür. Araştırmada, bulunan spektralara ön uygulama olarak birinci türev gap 2 (first derivate gap 2) standart normal varyasyon (SNV) ve çarpımsal dağılım düzeltmesi (multiplicative scatter correction; MSC) uygulanmıştır. Araştırmada ayrıca regresyon analiz metodu olarak PLS kullanılmıştır. Oluşturulan kalibrasyon setinin $R=0.5544$; $R^2= 0.3074$ Standart Sapma = 0.6256 şeklinde değerleri alınmış, validasyon setinden ise $R=0.4489$; $R^2= 0.2015$ Standart Sapma = 0.5623 değerleri elde edilmiştir. Kalibrasyon aralığı 1.074 olmuşken, validasyon aralığı 1.577 olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak; Türkiye'nin mısır tarımının yoğun yapıldığı 7 farklı bölgesinden toplanan tane mısırın ADF içeriği ile ilgili olarak kalibrasyon geliştirilmeye çalışılan bu araştırmada üzerinde çalışılan numune sayısı doğru ve güvenilir bir kalibrasyon için yeterli gelmemiştir. Bu yüzden daha kapsamlı ve daha fazla numuneyle yapılacak çalışmalara gereksinim bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Asit Deterjan Fiber (ADF), Mısır, NIR, Kalibrasyon

7. SUMMARY

This research was conducted for the purpose of establishing NIR calibrations at the determination of the level of Acid Detergent Fiber (ADF) on 320 corn samples collected from seven different regions where corn agriculture was intensively made for the first time in Turkey. 320 corn samples collected were first grind and then spectra were collected separately from each other. Calibration studies were carried out by reference analysis of the corn samples with chemometric (wet chemical) method. In the study, the first derivative gap 2 (SNV) and the multiplicative scatter correction (MSC) were applied as the spectral approach. PLS was also used as a regression analysis method in the study. Calibration set generated is $R = 0.5544$; $R^2 = 0.3074$ Standard Deviation = 0.6256, $R = 0.4489$ from the validation set; $R^2 = 0.2015$ Standard Deviation = 0.5623 values were obtained. While the calibration interval was 1,074, the validation interval was set at 1,577.

As a result; The number of samples studied in this study was not sufficient for a reliable and accurate calibration in this survey where calibration is being developed with regard to the ADF content of grain corn collected from 7 different regions of Turkey where corn agriculture is intensively cultivated. This means that there is a need for more extensive and more sample work.

Keywords: Acid Detergent Fiber (ADF), Corn, NIR, Calibration

8. KAYNAKLAR

- ADM (2017). ADM INGREDIENTS CATALOG FEED & PET FOOD. Archer Daniels Midland. faries parkway decatur. Erişim: [<http://www.adm.com/en-US/products/Documents/ADM-Feed-Ingredients-Catalog.pdf>]. Erişim Tarihi: 01.03.2017.
- AKDENİZ, H., YILMAZ, İ., ANDIÇ, N., ZORER, Ş. (2004). Bazı mısır çeşitlerinde verim ve yem değerleri üzerine bir Araştırma. Yüzüncü Yıl Üni. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi 14(1): 47-51.
- ANONİM, (2011). Türkiye İstatistik Yıllığı. Erişim: [www.tuik.gov.tr]. Erişim Tarihi: 16.12.2012.
- ANONİM. (2005). Final report: Near Infrared Technology to Determine Manure Nutrients. Erişim: [<http://cafnr.missouri.edu/research/consortium/>]. Erişim tarihi: 02.07.2015
- ANONİM. (2009). Mısır bitkisi. Erişim: [www.tr.wikipedia.org/wiki/mısır_bitkisi,2009]. Erişim Tarihi: 01.05.2015
- ANONİM. (2012). Mısır raporu. Ulusal Hububat Konseyi. Erişim: [http://uhk.org.tr/dosyalar/misir_dusuk.pdf]. Erişim Tarihi: 01.05.015 9.s.
- ANONİM. (2017a). 1 Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı, Bitkisel Üretim İstatistik Veri Tabanı, Ank.(M.D).
- ANONİM. (2016). Tarımsal gıda işletmelerin modernizasyonu. Erişim: [<http://www.tarim.gov.tr/ABDGM/Belgeler/%C4%B0DAR%C4%B0%20%C4%B0%C5%9ELER/temmuz/1.pdf>]. Erişim Tarihi:31.3.2016
- ARIOĞLU H. (2008) Mısır üretiminin Türkiye tarımı açısından önemi, Erişim: [www.nud.orgtr/nudpdfleri/Raporlar/misirraporu.pdf]. Erişim Tarihi: 31.3.2016
- ASKE N, KALLEVIK H, SJOBLUM J. (2001). Determination of saturate, aromatic, resin, and asphaltenic (SARA) bcomponents in crude oils by means of infrared and nearinfrared spectroscopy. Energy Fuels 15 (5): 1304-1312.
- AYDIN, A. ÇAÇAN, E . BAŞBAĞ, M (2014). Mardin ili derik İlçesinde yer alan bir meranın ot verimi ve kalitesinin belirlenmesi. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences Special Issue: 2,s. 1631.
- BAI QL, CHEN SJ, DONG XL, MENG QX, YAN YL, DAI JR (2004) Prediction of NDF and ADF concentrations with near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi. Nov;24(11):1345-7.

- BARBER, G.D., GIVENS, D.I., KRIDIS, M.S., OFFER, N.W., MURRAY, I., (1990). Prediction of the organic matter digestibility of grass silage. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 28, 115–128.
- BARTON, FE., WINDHAM, WR. (1988). Determination of acid-detergent fiber and crude protein in forages by near-infrared reflectance spectroscopy: collaborative study. *Journal - Association of Official Analytical Chemists* 71(6).
- BELYEA R. L. AND R. E. RICKETTS. (1980). New method of determining energy content and evaluating heat damage in forages for dairy cattle. University of Missouri. Extension: EC931.
- BLANCO M, VILLARROYA I. (2002). NIR spectroscopy: A rapid-response analytical tool. *Trac-Trend Anal Chem* 21 (4): 240-250.
- BLANCO, M. CUEVA-MESTANZA, R. PEGUERO, A. (2011). NIR analysis of pharmaceutical samples without reference data: improving the calibration. *Talanta*, 85(4):2218-25. Erişim: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21872081]. Erişim Tarihi: 01.03.2017
- BNF (BRITISH NUTRITION FOUNDATION) (2004). *Nutritional aspects of cereals*. London: BNF.
- BUDAK FİKRET, BUDAK FERİDUN (2014) Yem Bitkilerinde Kalite ve Yem Bitkileri Kalitesini Etkileyen Faktörler *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 7 (1): 01-06, 2014 ISSN: 1308-0040, E-ISSN: 2146-0132, Erişim: [www.nobel.gen.tr.]. Erişim Tarihi: 07.015.2015
- BULUT, E. VE A. ALIN, (2009). Kısmi En Küçük Kareler Regresyon Yöntemi Algoritmalarından Nipals ve PLS - Kernel Algoritmalarının Karşılaştırılması ve Bir Uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 24(2):127-138.
- CEN H, HE Y. (2007). Theory and application of near infrared reflectance spectroscopy in determination of food quality. *Trends Food Sci Tech* 18 (2): 72-83.
- CHOI, S.W., CHANG SUG LEE, CHANG HEE PARK, DONG HEE KIM, SUNG KWON PARK (2014). Prediction of Nutrient Composition and In-Vitro Dry Matter Digestibility of Corn Kernel Using Near Infrared Reflectance Spectroscopy. *Journal of the Korean Society Grassland and forage Science*. 34(4) 277-282.
- COZZOLINO, D., FASSIO, A., GIMINEZ, A. (2000). 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: 142-146.

- CRISTIANE, C., GUIMARÃES, B., MARIA, LÚCIA F., SIMEONEB, RAFAEL A.C., PARRELLAB, MARCELO M., SENAA, C., (2014). Use of NIRS to predict composition and bioethanol yield from cell wall structural components of sweet sorghum biomass, *Microchemical Journal* Volume 117, Pages 194–201.
- ÇETE, N. VE SARICAN, C. (1998). *Silajlık Yem Bitkileri Üretim ve Silaj Yapımı*. U.S.Grains Council.
- DALE, L., ROTAR, I., PACURAR, F., BOGDAN, A., THEWIS, A., FERNÁNDEZ PIERNA, JA., LECLER B., BAETEN, V. (2011). Determination of Cellulose, NDF, ADF and Lignin Content Using Non-Destructive Method (FT-NIR Spectrometry) in Hay from Apuseni Mountains. *Bulletin UASVM Agriculture*, 68(1).
- DALE, LM., LOTAR, I., THEWIS, A., VIDICAN, R., FLORIAN, V., CIURE, A. (2012). Determination of alfalfa crude fiber, ndf, adf and lignin content by nir spectromet, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine (USAMV) Cluj-Napoca, Faculty of Agriculture, Cluj Napoca, Romania *Lucrări Științifice seria Agronomie* vol. 55/2012.
- DOĞANAY.H.(1998) *Tarla ve Bahçe Kùltürler. Türkiye Ekonomik Coğrafyası*.Erzurum.s.109.
- EGESEL, C.Ö., F. KAHRIMAN, (2012) Determination of quality parameters in maize grain by NIR reflectance spectroscopy. *TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ* □ *JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES* Vol. 18 PP43-53.2012N.
- EGESEL, C.Ö., F. KAHRIMAN, İ. KAVDIR, N. EKİNCİ, M.B. BÜYÜKCAN.(2015). Effect of sample type and chemometric method in determination of protein and oil ratio in maize using FT-NIR (Fourier Transform-Near Infrared) spectroscopy. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 10 (2):51-61, 2015 ISSN 1304-9984, *Arastırma Makalesi*
- ELMASRY G., SUN D-W, ALLEN P. (2012). Near- infrared Hyperspectral Imaging For Predicting Colour, Ph And Tenderness Of Fresh Beef. *J Food Eng* 110, 127-140.
- ERTUGAY F. MUSTAFA , BAŞLAR MEHMET (2011) *GIDALARIN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİNDE YAKIN KIZILÖTESİ (NIR) SPEKTROSKOPİSİ*. *GIDA* 36 (1): 49-54.
- FASSIO, A. RESTAINO, E. COZZOLINO, D. (2014). Prediction of fiber fractions, ash and organic matter digestibility in untreated maize stover by near infrared reflectance spectroscopy. *Agro Sur*, 42(1):41-46.

- FEEDIPEDIA (2017). ANIMAL FEED RESOURCES INFORMATION SYSTEM. Erişim: [<http://www.feedipedia.org/node/556>]. Erişim Tarihi: 19.03.2017.
- GALLAGHER, NB, BLAKE, TA, GASSMAN, PL (2005). "Application of Extended Multiplicative Scatter Correction to mid-Infrared Reflectance Spectroscopy of Soil," J. Chemometr., 19(5-7), 271-281.
- GOLDMAN, A., GENIZI, A., YULZARI, A., SELIGMAN, NG. (1987). Improving the reliability of the two stage in vitro assay for ruminant feed digestibility by calibration against in vivo data from a wide range of sources. Anim. Feed Sci. Technol., 18: 233-245.
- GONZÁLEZ-MARTÍN, I., HERNÁNDEZ-HIERRO, JM., GONZÁLEZ-CABRERA, JM.(2007). Use of NIRS technology with a remote reflection fiber-optic probe to estimate alfalfa mineral composition (Ca, K, P, Fe, Mn, Na, Zn), Analytical and Bioanalytical Chemistry , [387 (6): 2199-2205].
- GUJARATI, D. (2015). Econometrics by example. Second edition. Palgrave-London, UK.
- GUO, XS., SHANG, ZH., FANG, XW., LONG, RJ. (2009). Progress in application of near infrared reflectance spectroscopy to the study of ruminant nutrition, Guang pu xue yu Guang pu fen xi = Guang pu 29(3):641-646].
- GÜNAL, H., ERŞAHİN, S., AKBAŞ, F., BUDAK, M. (2007). Toprak Biliminde Kızıl Ötesi Spektrometrenin Potansiyel Kullanımı Omü Zir. Fak. Dergisi, ,22(2):219
- GÜNEL, A. (2003). Regresyon denkleminin başarısını ölçmede kullanılan belirleme katsayısı ve kritiği. Doğu Üniversitesi Dergisi, 4 (2): 133-140.
- HUANG HAIBO, H., HAIYAN YU, H., HUIRONG XU, H. AND YIBIN YING, Y., (2008). Near Infrared Spectroscopy For On/In-Line Monitoring Of Quality in Foods And Beverages: A Review. Journal of Food Engineering 87 (2008) 303–313.
- HUANG, J., ROMERO-TORRES, S., MOSHGBAR, M. (2010). Practical considerations in data pre-treatment for NIR and Raman spectroscopy. Erişim: [<http://www.americanpharmaceuticalreview.com/FeaturedArticles/116330-Practical-Considerations-in-Data-Pre-treatment-for-NIR-and-Raman-Spectro>], Erişim Tarihi: 19.03.2017.
- IGC, (2011). Grain Market Report. Erişim: [www.igc.int]. Erişim Tarihi: 05.07.2015
- JUNG, HJ.(1997). Analysis of Forage Fiber and Cell Walls in Ruminant Nutrition. American Society for Nutritional Sciences, 127 (5 Suppl): 810S-813S.

- KAMRUZZAMAN, M., ELMASRY, G., SUN, D-W., ALLEN, P. (2012). Nondestructive Prediction And Visualization Of Chemical Composition of Lamb Meat Using NIR Hyperspectral Imaging And Multivariate Regression, Innovative Food Science And Emerging Technologies, Doi: 10.1016/J.fset.2012.06.003.
- KILIÇ, E., KÖSEOĞLU, F., YILMAZ, H. (ÇEVİRİ EDİTÖRLERİ). (1998) . Enstrümental Analiz İlkeleri. Bilim Yayıncılık. Ankara.
- KILIÇ,A., (1986). Silo Yemi. Bilgehan Basımevi. Bornova, İzmir.
- KUTLU, H.R (2008). Yem değerlendirme ve analiz yöntemleri. Çukurova Üni. Ziraat Fak. Yayınları Ders Notu: S. 57. Adana.
- MELCHINGER, A.E., SCHMIDT, G.A. AND GEIGER, H.H. (1986). Evaluation of near infra-red reflectance spectroscopy for predicting grain and stover quality traits in maize. Plant Breeding, 97: 20-29.
- MEYERS RA (ED), OSBORNE BG. (2006). Near-infrared spectroscopy in food analysis. Encyclopedia of analytical chemistry. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, UK, 1-14p.
- MOGHIMI, A., AGHKHANI, M., SAZGARNIA, A., SARMAH, M. (2010). Vis/NIR spectroscopy and chemometrics for the prediction of soluble solids content and acidity (pH) of kiwifruit. Elsevier Biosystems Engineering, 106:295-302.
- MOREAU, R.A. , (2002). Vegetable Oils in Food Technology-Composition, Properties and Uses., Blackwell Publishing, , 278-296 Oxford.
- MOUAZEN, A.M., M.R. MALEKİ, J., DE BAERDEMAEKER, H. RAMON. (2007). On-line measurement of some selected soil properties using a VIS-NIR sensor. Soil & Tillage Research. 93:1,13-27.
- MOUAZEN, A.M., R. KAROUİ, J., DE BAERDEMAEKER, H. RAMON. (2006). Characterization of Soil Water Content Using Measured Visible and Near Infrared Spectra. Soil Sci. Soc. of Am. J. 70:1295-1302.
- NIYN., ZHANG GW, KOKOT S. (2005). Simultaneous spectrophotometric determination of maltol, ethyl maltol, vanillin and ethyl vanillin in foods by multivariate calibration and artificial neural networks. Food Chem 89 (3): 465-473.
- NIE, ZD., HAN, JG., YU, Z., ZHANG, LD., LI, JH., ZHONG ,Y., LIU, FY. (2007). Quality prediction of alfalfa hay using Fourier transform near infrared reflectance spectroscopy. Guang pu xue yu Guang pu fen xi = Guang pu , 27(7).

- NORRIS, K.H., HART, J.R., (1965). Direct spectrophotometric determination of moisture content of grain and seeds. Proceedings 1963 International Symposium on Humidity and Moisture, 4: 19-25.
- NORRIS, K.H., BARNES, R.F., MOORE, J.E., SHENK, J.S., (1976). forage quality by infrared reflectance spectroscopy. J. Anim. Sci., 43, 889–897.
- OECD, (2011). Biofuels. Erişim: [http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2011_agr_outlook-2011-en] OECD-FAO Agricultural Outlook 2011-2020. Erşim Tarihi: 05.01.2015
- OLGUN M , BUDAK Z BASÇİFTÇ N. Gözde AYTER, İ. KUTLU1 .AKIN, A. Y. KARADUMAN (2013). Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinde Protein Oranının Üç Farklı Analiz Yöntemine Göre Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üni. Ziraat Fak. Dergisi 8 (2):80-87, ISSN 1304-9984, Arastırma Makalesi.
- ÖZCAN (2009). Modern Dünyanın Vazgeçilmez Bitkisi Mısır Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara, TÜRKİYE Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 2(2): 01-34, 2009 ISSN:1308-0040, www.nobel.gen.tr.
- ÖZYİĞİT, Y., BİLGİN, M. (2012). Spektral yansıma değerlerinin yem bezelyesinde (*Pisum sativum*) fosfor düzeylerinin belirlenmesi amacıyla kullanımı AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (2012) 25(1): 53-57.
- PANERO, P.S., PANERO, F.S., PANERO, J.S., SILVA, H.E.B., (2013). Application of Extended Multiplicative Signal Correction to Short-Wavelength near Infrared Spectra of Moisture in Marzipan Journal of Data Analysis and Information Processing, 1, 30-34.
- PASQUINI, C. (2003). Near infrared spectroscopy: Fundamentals, practical aspects and analytical applications. J. Braz. Chem. Soc. Vol. 14:2, 198-219.
- PEHLAVAN, F., M. ÖZDOĞAN (2015). Bazı Alternatif Yemlerin Besin Madde İçeriğinin Belirlenmesinde Kimyasal ve Yakın Kızılötesi Yansıma Spektroskopi Metotlarının Karşılaştırılması. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 2015: 12 (02) s. 1.
- PHIPPS, R. AND M. WILKINSON, (1985). Maize Silage. Chalmcombe, publications, 13. High Woods Drive, Marlow Bottom. Morlown Bucks. SL 73PU. September. 48 p.
- REDSHAW, E.S., MATHISON, G.W., MILLIGAN, L.P., WEISENBURGER, R.D., (1986). Near infrared reflectance spectroscopy for predicting forage composition and voluntary consumption and digestibility in cattle and sheep. Can. J. Anim. Sci., 66, 103–115.

- REN, XZ., GUO, HR., JIA, YS., GE, GT., WANG, K.(2009). Application and prospect of near infrared reflectance spectroscopy in forage analysis. *Guang pu xue yu Guang pu fen xi = Guang pu* [29(3):635-640].
- SALEH, A.S.M., ZHANG, Q., CHEN, J. AND SHEN, Q. (2013). Millet Grains: Nutritional quality, processing, and potential health benefits. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.12: 281-295.
- SERDAROĞLU M, YILDIZ TURP G. (2004). Recent Techniques For Evaluation Of Meat Quality. *Pamukkale. J. Eng. Sci.* 10 (1) 111-117.
- SHAHIDI, F. AND CHANDRASEKARA, A. (2013). Millet grain phenolics and their role in disease risk reduction and health promotion: A review. *Journal of Functional Foods*. (In press).
- SHENK, J. S., (1992). Networking and calibration transfer, In: *Making Light Work: Advances in Near Infrared Spectroscopy*, Edit.: Murray I, Cowe IA. Ian Michael Publications, p. 223-228. Chichester.
- SHENK, J.S., WESTERHAUS, M.O., (1985). Accuracy of NIRS instruments to analyse forage and grain. *Crop Sci.*, 25, 1120–1122.
- ŞAHİN S. ,(2001) Türkiye’de mısır ekim alanlarının dağılışı ve mısır üretimi, *G.Ü.Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 73-90.
- TAŞDAN, K., ÇETİN, F., GÜRER, B. (2011). Durum ve Tahmin Mısır 2011/2012. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politikalar Geliştirme Enst. Yayın No: 193, Ankara.
- TEKCE EMRE, MEHMET GÜL (2014). Ruminant Beslemede NDF ve ADF’nin Önemi Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg. 2014; 9(1): 63---73.
- TİRYAKİ (YILDIZ) G. (2006). NIR spektroskopisinin hububatlar ve hububat ürünlerinin kalite kontrolünde kullanımı. *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi*, 7-8 Eylül, Gaziantep.
- TMO, (2011). *Hububat Raporu 2010*. Toprak Mahsülleri Ofisi Genel Müdürlüğü Ağustos 2011.
- TÜİK, (2016). Bitkisel üretim veri tabanı. Erişim: [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001]. Erişim Tarihi:23.04.2017
- USDA, (2012). Grain World Markets and Trade Erişim: [[www.fas.usda.gov/report.asp\(m.D\)](http://www.fas.usda.gov/report.asp(m.D))]. Erişim Tarihi: 06.06.2015
- VALDES E. V., YOUNG, L. G., MCMILLAN, I., WINCH, J. E. (1985). Analysis of hay, haylage and corn silage samples by near infrared reflectance spectroscopy *Can. J. Anim. Sci.* 65: 753-760.

- VALDES, E.V., JONES, G.E. , HOEKSTRA, G.J. (1990). Effect of growing year and application of a multi-year calibration for predicting quality parameters by near infrared reflectance spectroscopy in whole-plant corn forage. *Canadian Journal of Plant Science*, 70: 747-755.
- Van Soest (1994). *Analysis of Forage Fiber and Cell Walls in Ruminant Nutrition*.
Erişim: [\[http://jn.nutrition.org/content/127/5/810S.full\]](http://jn.nutrition.org/content/127/5/810S.full). Erişim
Tarihi:03.01.2017
- WANG, K., CHI, G., LAU, R., CHE, T. (2010). Multivariate Calibration of Near Infrared Spectroscopy in the Presence of Light Scattering Effect: A Comparative Study Erişim:
[http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00032711003789967?journalCode=lanl20]. Erişim Tarihi: 19.03.2017,
- YAVUZ M. (2005). Deterjan Lif Sistemi GOÜ. *Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 22 (1), 93-96.
- YAYLAK ERDAL 1, AHMET ALÇİÇEK (2003). 21Ege Üniversitesi Ödemiş Meslek Yüksek Okulu, Ödemiş-İzmirHayvansal Üretim 44(2): 29-36.
- YETİM H. (2002). *Enstrümantal Gıda Analizleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Yayınları, Erzurum.
- ZIMMER, E., GURRATH, P.A., PAUL, CHR., DHILLON, B.S., POLLMER, W.G., KLEIN, D. (1990). Near infrared reflectance spectroscopy analysis of digestibility traits of maize stover. *Euphytica*, 48: 73-81.