ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

AZOT SENSÖRÜ KULLANARAK BİTKİ YANSIMA İNDEKSİ İLE BUĞDAYIN VERİM VE KALİTE PARAMETRELERİNİN MODELLENMESİ

Uğur YEGÜL

TARIM MAKİNALARI ve TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

ANKARA
2016

Her hakkı saklıdır.

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

17.08.2016

UĞUR YEGÜL

ÖZET

Doktora Tezi

AZOT SENSÖRÜ KULLANARAK BİTKİ YANSIMA İNDEKSİ İLE BUĞDAYIN VERİM VE KALİTE PARAMETRELERİNİN MODELLENMESİ

Uğur YEGÜL

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet ÇOLAK

Hassas tarım sayesinde yapılan geliştirilmiş azot yönetimi, tarla içerisinde daha verimli bölgelerin optimum oranda gübrelenmesine, ayrıca kullanılan azot maliyetinin azaltılmasına olanak sağlamaktadır. Öte yandan, çiftçiler için sağladığı primlerden dolayı, verim ve protein içeriğine gösterilen ilgi giderek artmaktadır. Protein içeriği en önemli kalite bileşeni olup pazar yerinde önemli bir nitelik haline gelmektedir. Bu çalışmanın amacı kışlık buğdayda verim ve protein içeriğine yönelik optimum azot oranını belirlemek için farklı indeksleri kullanarak bir model geliştirmektir. Geliştirilen bu model, mevsim içi değişken oranlı azot gübrelemesi için olanak sağlayacaktır. Bu araştırmada iki farklı buğday çeşidine beş değişik azot oranı (0, 80, 120, 160, 200 kg N / ha) uygulanarak tesadüf blokları deneme deseninde bu farklı azot oranlarının, buğday verimi ve protein oranları üzerine etkisi incelenmiştir. Deneme sonucu kuadratik polinom modelinde verim ve protein içeriği ile azot oranları arasındaki ilişki tanımlanarak, Bezostoya1 ve Ahmetağa çeşitleri için sırasıyla 167.60 kgN/ha ve 206 kgN/ha azot gübrelemesinin verim ve protein içeriği için en uygun miktarlar olduğu belirlenmiştir.

Ağustos 2016, 58 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kışlık buğday, verim, protein içeriği, vejetasyon indeksi, azot kullanım etkinliği, hassas tarım, değişken oranlı gübreleme

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

MODELLING OF THE QUALITY AND THE YIELD OF BREAD WHEAT USING OF NITROGEN SENSOR WITH PLANT REFLECTION INDICIES

Uğur YEGÜL

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet ÇOLAK

Precision agriculture applications now create the possibility to apply mid-season N fertilizer more precisely, matching the variable plant needs across the field. Developed precision management of nitrogen through precision agriculture allows growers to use fertilizer input on more productive areas as well as saving nitrogen costs across the field. On the other hand, Grain protein in cereal crops as well as yield is receiving increased attention because of premiums being paid to producers. Protein is a very important quality component of cereal grains and an important attribute in the market place. The aim of this study was to develop a model in order to determine the optimum rate of nitrogen for yield and protein content through using different indices in winter wheat. This model will allow for mid season variable rate application of N fertilizer. An experiment was established to determine the effect of nitrogen on yield and protein content using a randomized block design by applying five different rates of nitrogen (0, 80, 120, 160, 200 kgN/ha) to two winter wheat varieties. The amount of 167.60 kgN/ha and 206 kgN/ha were determined for two varieties, respectively as economic optimum nitrogen rate when quadratic polynomial model was used to describe the relationship between nitrogen and yield and protein content.

August 2016, 58 pages

Key Words: Winter wheat, yield, protein content, vegetation index, nitrogen use efficiency, precision agriculture, variable rate fertilizing

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Buğday tarımında başta azot olmak üzere besin maddelerinin bitkinin faydalanamayacağı düzeyde yetersiz olması, verim kaybına neden olurken aynı zamanda yetersiz ve zamanında verilmeyen veya gereğinden fazla verilen gübre protein içeriği kaybına neden olmaktadır. Ülkemizde doğru zamanda ve doğru miktarda azotlu gübre uygulamasının çözümü henüz ortaya konamamıştır. Uzaktan algılama yöntemine dayalı tahminler, bitkinin anlık azot düzeylerinin belirlenmesi ve bu yansıma indekslerinin bitki azot düzeyleri ile ilişkilendirilmesi gübreleme yönetiminin oluşturulmasında son derece kolay ve uygulanabilir bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışma ile çiftçi şartlarında günümüzün ileri tarım teknolojisi olan yakın algılama sistemleri kullanılarak değişken oranlı gübre uygulamalarının yapılmasına olanak sağlanmıştır.

TÜBİTAK tarafından desteklenen bu teze değerli katkılarından dolayı Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet ÇOLAK'a, aynı zamanda projenin her aşamasında önemli katkıları bulunan Ziraat Mühendisi Sayın Babak TALEBPOUR'a, Ziraat Mühendisi Sayın İlker ERESEN'e, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Necmettin CEYLAN'a, Sayın Önder YALÇIN'a ve Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği çalışanlarına teşekkür ederim.

Tez İzleme Komitemde yer alan ve çalışmalarımın her aşamasında deneyimlerini ve yardımlarını esirgemeyen Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Ufuk TÜRKER' e, Sayın Prof. Dr. Ramazan ÖZTÜRK'e, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Birol KAYİŞOĞLU'na ve Uludağ Üniversitesi Teknik Bilimler ve Meslek Yüksekokulu öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Yücel TEKİN'e çok teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarım süresinde desteklerini esirgemeyen sevgili eşim Ziraat Yüksek Mühendisi Zehra YEGÜL'e, canım annem Ufuk YEGÜL'e, canım babam Ali YEGÜL'e, canım ağabeyim Umut YEGÜL ve çok değerli çalışma arkadaşlarım M.Barış EMİNOĞLU ve Okray OREL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ankara, Ağustos 2016
Uğur YEGÜL

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI
ETİK……i
ÖZET……ii
ABSTRACT……iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR……iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ……vi
ŞEKİLLER DİZİNİ……vii
ÇİZELGELER DİZİNİ……viii
1. GİRİŞ……1
2. KAYNAK ÖZETLERİ……3
3. MATERYAL ve YÖNTEM……13
3.1 Materyal……13
3.1.1 Çalışma alanı ve kullanılan girdi……13
3.1.2 GreenSeeker el tipi NDVI Sensörü……14
3.1.3 Force-A optik sensörü……16
3.2 Yöntem……17
3.2.1 Deneme planlaması……17
3.2.2 Gübre uygulamaları……18
3.2.3 NDVI okumaları ve NBI okumaları……18
3.2.4 Verilerin değerlendirilmesi……26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI……29
4.1 Laboratuvar Sonuçları ve İstatistiksel Analizler……29
4.2 Optimum Gübre Oranının Belirlenmesi……30
4.3 NDVI Sonuçları ve Değerlendirmeleri……34
5. TARTIŞMA ve SONUÇ……44
KAYNAKLAR……47
ÖZGEÇMİŞ……53

SİMGELER DİZİNİ

N	Azot
P	Fosfor
T	Ton

Kısaltmalar

AKE	Azot Kullanım Etkinliği
CGDD	Toplanmış Büyüme Gün Düzeyi
GDD	Büyüme Gün Düzeyi
INSEY	Mevsim İçi Verim Tahmini
KgN/ha	Kilogram Nitrojen / Hektar
LAI	Yaprak Alan İndeksi
NDVI	Normalize Edilmiş Vejetatif Fark İndeksi
NHI	Azot Hasat İndisi
NIR	Yakın Kızıl Ötesi Bölge (700-1100 nm Aralığı)
NSPAD	Normalize edilmiş SPAD değeri.
RI	Karşılık indisi
SPAD	Bitki yapraklarındaki klorofil içeriği hakkında bilgi veren değer
SR	NDVI ile aynı amaçla kullanılan indis değeri
T/ha	Ton/Hektar

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği deneme parseli 14
Şekil 3.2 GreenSeeker el tipi NDVI sensörü çalışma prensibi 15
Şekil 3.3 Force-A Dualex Scientific spadmetre çalışma prensibi 17
Şekil 3.4 Deneme sahası deneme tertibi 18
Şekil 3.5 NDVI okumaları 19
Şekil 3.6 Buğday bitkisi gelişim aşamaları 19
Şekil 3.7 1.yıl, 1. Okuma dönemi 20
Şekil 3.8 2.yıl, 1. Okuma dönemi 20
Şekil 3.9 1.yıl, 2. Okuma dönemi 21
Şekil 3.10 2.yıl, 2. Okuma dönemi 21
Şekil 3.11 1.yıl, 3. Okuma dönemi 22
Şekil 3.12 2.yıl, 3. Okuma dönemi 22
Şekil 3.13 1.yıl, 4. Okuma dönemi 23
Şekil 3.14 2.yıl, 4. Okuma dönemi 23
Şekil 3.15 1.yıl, 5. Okuma dönemi 24
Şekil 3.16 2.yıl, 5. Okuma dönemi 24
Şekil 3.17 1.yıl, 6. Okuma dönemi 25
Şekil 3.18 2.yıl, 6. Okuma dönemi 25
Şekil 3.19 Hasat işlemi ve her parselden elde edilen ürünler 26
Şekil 4.1 Buğdayda azota karşılık gelen verim ve protein tepki fonksiyonları 31
Şekil 4.2 Buğdayda protein içeriği ile ton başına verilen ücret (TL) 33
Şekil 4.3 Farklı ölçme dönemlerindeki NDVI değişimleri (1. Yıl) 35
Şekil 4.4 Farklı ölçme dönemlerindeki NDVI değişimleri (2. Yıl) 36
Şekil 4.5 Gübreleme sonrası 4.okumadan elde edilen RI_{NDVI} ve RI_{Hasat} arasındaki regresyon eğrileri ve denklemleri 38
Şekil 4.6 INSEY ve verim değerleri arasındaki ilişki 41
Şekil 4.7 Verim ve NDVI değerleri arasındaki ilişki 42
Şekil 4.8 Verim ve gübre oranları arasındaki ilişki 43
Şekil 5.1 Elde edilen verilerin Minitab istatistiksel analiz programı yardımıyla güvenilirliğinin tespit edilmesi 44

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Deneme lokasyonlarında farklı gübre uygulamaların, verim ve proteine etkisi 29
Çizelge 4.2 Buğdayda azota karşılık gelen verim ve protein tepki fonksiyonları ile regresyon eğrileri ve R^2 değeri 30
Çizelge 4.3 Gübreleme sonrası elde edilen RI_{NDVI} ve RI_{HASAT} değerleri arasındaki ilişkiler 37
Çizelge 4.4 Farklı gübreleme oranlarının gübreleme sonrası NDVI okumaları üzerindeki etkisi (1. yıl) 39
Çizelge 4.5 Farklı gübreleme oranlarının gübreleme sonrası NDVI okumaları üzerindeki etkisi (2. yıl) 40

1. GİRİŞ

Günümüzde kalite ve verim artışına yönelik gübre uygulamaları yakın zamanda başlamıştır. Bu araştırmadaki amaç doğrudan kalite ve verim artışına yönelik gübre uygulamaları değil, değişken oranlı gübre uygulamalarında, maksimum protein ve verime erişmek amacı ile optik sensörlerden yararlanarak verilmesi gereken optimum azot oranının belirlenmesidir. Araştırma sonucunda elde edilecek denklemler yardımı ile yöreye en uygun azot dozu saptanarak verimin ve kalitenin en üst düzeye ulaşması ve azot kullanımının mümkün olan en az düzeye indirilmesi hedeflenmektedir. Bu nedenle, hassas tarım uygulamalarının önemli bir parçası olan değişken oranlı azot uygulaması yapılarak optimum gübre dozu tavsiye edilebilecektir.

Yüksek düzeyde azotlu gübre kullanılması sonucu topraktan yıkanmalarla, içme suları ve akarsulara karışan nitrat miktarı artmaktadır. Fazla azotlu gübre uygulanmış topraklarda yetişen bitkilerde zararlı bazı maddeler üretilmektedir. Yoğun kimyasal gübreleme sonucu toprak organik maddelerce fakirleşmekte dolayısıyla biyolojik faaliyetlerin azalması ile toprak yapısının bozulmasını da beraberinde getirmektedir. Bu şekilde devam edilmesi halinde de her sene topraklar daha da bozulacak, bitki gelişmesi; yapılan kimyasal gübrelemenin yoğunluğuna bağlı olarak yavaşlayacak ve duracak, verim düşüşü yaşanacaktır.

Yoğun yapılan kimyasal gübreleme sonucunda toprakta organik madde miktarı, topraktaki humus oranı azalacak ve biyolojik aktivite azalıp verilen gübreler toprakta tutunamadığı için yıkanıp gidecektir. Bitki besin elementlerinin, bitkilerin alabileceği şekle dönüşmeleri duracak ve böylece toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri bozulacaktır. Neticede toprağın üst kısımları kumlaşırken, alt kısımları da taşlaşacaktır. Çevre kirliliğine ve doğal dengenin bozulmasına neden olan en büyük etkenlerden biri, yoğun olarak kimyasal maddelerin kullanıldığı tarımsal faaliyetlerdir. Üstelik kimyasalların kullanıldığı tarım yöntemi yalnızca çevre kirliliği ve doğal dengenin bozulmasına neden olmamakta, aynı zamanda besin zinciriyle tüm canlılara ulaşarak yaşamlarını tehdit etmektedir.

Bu tehditin sürekliliği ve hızla ilerleyişi her geçen gün doğadaki geriye dönüşü zorlaştırmaktadır.

Azot ve fosfor bileşikleri içeren inorganik gübrelerin bitkiler tarafından alınmayan kısmı, yağmur ve sulama suları ile topraktan yıkanarak su ortamına taşınmaktadır. Azot ve fosfor biyokimyasal reaksiyonlar sonucu nitrat ve fosfata dönüşür. Bunlar; toprağın su tutma gücünü düşürür. Yağmur suyunun toprak boyunca sızmasıyla kimyasal gübrelerdeki nitrat toprak suyuna karışır. Kuyulardan alınıp içme suyu olarak kullanılan sulardaki nitrat konsantrasyonu 45 mg/L'nin üzerine çıktığında zehirli hale gelmekte ve bebeklerde methemoglobinemia (mavi hastalık) gerçekleşmektedir. Göl ve akarsularda oksijen tüketimi ve balık ölümleri olur. Ayrıca ürün potansiyelinde düşüklük, bitkisel üretiminde kalite bozukluğu, toprak verimliliğinin bozulmasına, toprak reaksiyonunun bozulmasına, toprakta mevcut element dengesinin bozulmasına, katkı maddelerinde ağır metaller gibi kirlilik unsurları taşıyan gübrelerin sürekli kullanımı topraktan yıkanması zor olan zehir yüklerinin birikmesine yol açmaktadır. Bu olay sonucunda; bünyesinde toksik maddeleri biriktiren besin ve yemlerle beslenen insan ve hayvanlarda yan etkilere neden olmaktadır.

Bu araştırma sonucunda, oluşan olumsuz yan etkilerin azaltılması söz konusu olacaktır. Bunların yanında önemli konulardan birisi de gereksiz yere kullanılan gübrenin çiftçiye ve ülkemize verdiği ekonomik kayıplardır. Bugün 1 ton DAP gübresinin fiyatının 1365 TL olduğu düşünülürse dekara atılacak olan fazladan 1 kg gübrenin tasarruf edilmesi durumunda çiftçinin ve ülkenin kazanacakları ortadadır. Ülkemizde halihazırda çiftçinin bu yöntemi kullanabilmesi için pratik bir araç mevcut değildir. Bu yöntem ve sensörler bu araçlardan birisi olacaktır. Net hedef, sensörler yardımı ile yapılacak araştırmanın sonucunda verilmesi gereken optimum azot miktarının belirlenmesi ile buğdaydaki protein oranının en az girdi ile mümkün olan en üst seviyeye getirilebilmesidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Dünya genelinde, protein noksanlığı insan beslenmesinde kalori noksanlığından sonra ikinci sırayı alan önemli bir sorundur. (Robinson vd. 1986). Gelişmekte olan ülkelerde ortalama beslenme rejiminin % 90'ı tahıla dayalı gıdalardan oluşmaktadır (Graham ve Welch 1996.

1997-1999 yılları arasında, gelişmekte olan ülkelerdeki net tahıl açığı 103 milyon tonla toplam tüketimin % 9'una ulaşmıştır. Bu rakamın 2030 yılına kadar 265 milyon tonla o günkü toplam tüketimin % 14'üne ulasacağı hesap edilmektedir. Ancak bu açığın, geleneksel buğday ihracatçısı ülkelerle, bu süreç içinde ithalatçı ülke konumundan ihracatçı ülke konumuna geçmesi beklenen ülkelerin sağlayacağı katkılarla kapatılabileceği umulmaktadır (Anonymous 2002).

Gerek buğday proteininin beslenmedeki önemi, gerekse üretimini geliştirebilmesi halinde yeniden net buğday ve buğday ürünleri ihracatçısı konumuna geçmesi umut edilen Türkiye'nin, bunun için uluslararası kalite standartlarını yakalama ve aşma zorunluluğu, proteini birinci derecede öncelikli konu haline getirmektedir.

Dünya genelinde, çesit ıslah çalısmaları verimde büyük artış sağlarken, verim artışının neden olduğu seyrelme etkisi nedeniyle tanedeki azot konsantrasyonlarında önemli düşüşler meydana gelmiştir (Slafer vd. 1990, Ortiz-Monastario vd. 1997). Örneğin Fransa'da, yılda 100 kg/ha olarak hesap edilen ortalama verim artışı, tane protein konsantrasyonlarında genelde düşmeye neden olmuştur (Feil 1997). Değişik ıslah dönemlerinde geliştirilmiş çeşitlerle yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda; modern çeşitlerin, geliştirilmiş çeşitlere oranla en az %50 oranında verim üstünlüğü sağladığı, ancak verimle tane protein yüzdelerinin çeşit ıslah yöntemleriyle birlikte geliştirilmelerinin bu ikisi arasında negatif ilişki olması nedeniyle oldukça güç olduğu ifade edilmektedir (Slafer vd. 1994). Bir başka raporda ise, buğdayda azot birikimi ve bitki bünyesindeki remobilizasyonu açısından genotipik varyasyonun bulunduğu, dolayısıyla verim ve protein yüzdelerini birlikte geliştirmenin imkansız olmadığı

belirtilmektedir (Banziger vd. 1992). Bununla ilgili olarak, bundan sonraki ıslah çalışmalarında belirli bir kalite düzeyine sahip yüksek verimli çeşit geliştirebilmenin ancak toprak azotunu en etkin şekilde kullanabilen çeşitler seçmekle mümkün olduğu düşünülmektedir (Le Couis vd. 2000).

Azot Kullanma Etkinliği (AKE) değişik araştırıcılar tarafından değişik şekillerde tanımlanıp inceleme konusu yapılmaktadır. Örneğin, Raun ve Johnnson (1999), toprak azotu + gübre azotu + yağışlarla atmosferden kazanılan azot olarak hesapladıkları toplam azot miktarının, buğdayın pazarlanabilir ürünü olarak ifade edilen taneye yansıyan yüzdesini AKE olarak tanımlamaktadır. Cassman vd. (2002) gübrelenen ve gübrelenmeyen bitkilerin toplam biyolojik kütle içindeki azot konsantrasyonları arasındaki farkı kullanılan gübre miktarına bölerek salt gübre azotunu topraktan almaya yönelik bir AKE kavramını kullanmaktadır. Gauer vd. (1992) AKE hesaplaması için bitkinin toplam azot alımının uygulanan gübre azotuna bölerek bulmaktadır.

Eskişehir ve Batı Geçit Bölgesi çiftçi tarlalarındaki azotlu gübre denemelerini değerlendirirken 2 ekmeklik ve 2 makarnalık buğday çeşidinin azot kullanma etkinliklerini karşılaştırmada kullandığımız AKE kavramının bunlardan temel farkı, tane azot konsantrasyonları yerine tane verimlerinin kullanılmış olmasıdır (Kalaycı vd. 1996). Novoa ve Loomis (1981) bu tür bir değerlendirmeyi agronomik AKE olarak adlandırmaktadır. Sowers vd. 1994'da bu sekilde tane verimi üzerinden AKE değerlendirmesi yapmakta ancak gübreyle verilen azota ek olarak toprak azotunu da değerlendirmeye katmaktadır.

Azot Kullanma Etkinliği (AKE) daha 1980'li yıllarda, alım (uptake) ve değerlendirme (utilization) etkinliği şeklinde bileşenlerine ayrılmış (Moll vd. 1982) ve bu ayrım incelemelere kolaylık sağlamıştır. Dhugga and Waines (1989), özellikle azot miktarının yüksek olduğu durumlarda, alım etkinliğinin değerlendirme etkinliğinden daha önemli olduğunu, benzer sekilde Van Ginkel vd. (2001) de yüksek düzeyde azot içeren koşullarda alım etkinliğinin daha önemli olduğunu, azot miktarının yetersiz olduğu düşük girdili tarım koşullarında ise değerlendirme etkinliği daha yüksek çeşitlerin tercih edilebileceğini belirtmektedirler.

Tarla denemeleri, tahıllarda azot alımı açısından genetik varyasyon bulunduğunu göstermiştir (Löffler vd. 1985, Van Sanford vd. 1986, MacKown, 1986). Tane veriminin toplam bitki azot kapsamına oranı olarak tanımlanan değerlendirme etkinliği açısından da genotipik varyasyon bulunduğuna dair araştırma sonuçları rapor edilmiş olmakla birlikte, tane veriminin daha çok alım etkinliğiyle ilgili bulunduğu açıklanmıştır (Van Sanford vd. 1987, MacKown 1987, Dhugga vd. 1989, Waines 1989, May vd. 1991).

Yukarıda sözü edilen değerlendirmelerin çoğunluğu, azot miktarının fazla sorun olmadığı koşullarda gerçekleştirilen denemelerden elde olunmuştur. Genetik seleksiyonlar genellikle optimal gübreleme koşullarında yapılmakta olduğundan, genotipler arasındaki gerçek AKE farklılıkları bu durumda maskelenebilir (Kamprath vd. 1982). Türkiye'de yapılan bir çalışmada da, ekmeklik buğday çesitleri Gerek 79 ve Bolal 2973'ün, düşük azot dozlarında makarnalık Çakmak 79 ve Kunduru 1149'a oranla çok daha yüksek AKE değeri verdikleri, yüksek dozlarda ise çeşitlerin verim potansiyellerinin de AKE üzerine etkili olduğu görülmüştür (Kalaycı vd. 1996). Ancak düşük azot koşullarında yapılacak seleksiyonlar da çesitlerin verim potansiyelleri arasındaki farkları maskeleyebilir ve asıl zorluk buradan kaynaklanmaktadır.

Azot Hasat İdeksi (NHI) bitki bünyesindeki toplam azotun ne kadarının tanede son bulduğunu tanımlayan bir kavram olup, buğdayda bu indeks için 0.51-0.91 ekstrem sınırları verilmiş olmakla birlikte (Van Sanford ve MacKown 1987) yaygın olarak rastlanan sınırların 0.70 ile 0.80 arasında olduğu belirtilmektedir (Corbellini ve Borghi 1985, Bertholdsson ve Stoy 1995, Brancourt-Hulmel vd. 2003). Genelde yüksek verimli çeşitlerde bu değerin daha düşük olduğu belirlenmiştir (Heitholt vd.1990).

Orta Anadolu'da da N_{15} kullanılarak yapılan ve Ankara, Eskisehir ve Konya'da yürütülen bir çalısmada buğdayın NHI değerleri tüm uygulamaların ortalaması olarak iller arasında 0.66 ile 0.73 arasında değişmiştir (Halitligil vd. 1995). Feil (1997), bitki bünyesindeki azotun koşullara göre değişmekle birlikte % 40-90'ının zaten tanede son bulduğunu belirterek, azotun bünyedeki dağılım oranlarını geliştirmeye yönelik genetik çalışmalardan olumlu sonuç elde etmenin zor olduğunu, buna karşılık, hızlı ve derin kök

geliştiren ve kök kurumaları geciktirilmiş çeşitlerin, tanede azot birikimi açısından daha avantajlı olacağını savunmaktadır.

Benzer şekilde, Avustralya'da yapılan bir çalışmada da, buğdayda erken gelişme süratinin erken kök gelişmesi sağlayarak daha yüksek nitrat alımı sağladığı bulunmuştur (Liao vd. 2003). Ancak, Eskişehir ve Batı Geçit Bölgesi çiftçi tarlalarında yürütülen denemeler, denemede kullanılan iki ekmeklik (Gerek 79 ve Bolal 2973) buğday çeşidinin, makarnalık çeşitlerden (Çakmak 79 ve Kunduru 1149) daha yüksek AKE değerleri verirken, bunu daha çok benzer verim düzeylerine daha düşük azotlu gübrelemeyle ulaşmak şeklinde göstermişler, ama bu etkinlik üstünlüğü tane protein kapsamlarına yansımamıştır (Kalaycı vd. 1996).

Buradaki değerlendirme her ne kadar farklı türleri içerdiği için tartışmaya açıksa da, genelde erken gelişmesi hızlı ve çok kardeşlenen çeşitlerin içinde yüksek düzeyde tane proteini içeren çeşitlerin yok denecek kadar azlığı, hem fenolojik gelişme tabiatının diğer dönemlere yansımalarının kaliteye etkisini göstermekte, hem de AKE değerlendirmelerinin verim için mi yoksa tane proteini için mi yapıldığının göz önünde bulundurulması gerektiğini ortaya koymaktadır. Genotipik açıdan varyasyonun görüldüğü bir başka konu tozlanma sonrası azot alımlarıdır ve bu değer hasat anındaki bitki toplam azot kapsamından, tozlanma sırasındaki toplam azot kapsamı çıkarılarak hesaplanmaktadır (Cox vd. 1985).

Genotipik değerlendirmelerde kullanılan bir başka kavramsa ''Translokasyon Etkinliği'' olup, bu da sap ve yaprak toplamı olarak gövde azot kapsamında tozlanmadan olgunlaşmaya kadar geçen süredeki azalma ölçülerek hesaplanmaktadır (Papakosta ve Gagiannas, 1991).

Buğday tanesinin son kullanım kalitesini belirlemede protein kompozisyonu önemli olup, tanenin kalitatif kompozisyonunun genetik olarak belirlendiği, ancak kantitatif kompozisyonunun çevre koşullarından büyük ölçüde etkilendiği ve bu açıdan önemli düzeyde genotip x çevre x uygulama interaksiyonları görüldüğü rapor edilmiştir (Zhu ve Khan, 2001). Pişme kalitesinin sadece tane protein kapsamıyla değil, aynı zamanda

proteinin kompozisyonu ve polimerik proteinlerin miktar ve büyüklük dağılımlarıyla da ilgili olduğu değişik araştırıcılar tarafından bildirilmektedir (Payne vd. 1987, Johansson vd. 2001, 2003). Araştırmalar pişme kalitesinin de hem genetik yapıyla ilgili olduğunu (Payne vd. 1987, Johansson vd. 2001), hem de gelişme ve tane doldurma sırasındaki çevre koşullarıyla ilgili olduğunu (Peterson vd. 1992, Johansson ve Svensson 1998, 1999, Johansson vd. 2002, 2003) göstermektedir.

Buğday tanesindeki protein kapsamları, sadece genotipik olarak değil, aynı zamanda çevresel varyasyon kaynakları tarafından belirlenmekte ve bu durum yüksek protein kapsamı için seçilen çeşitlerin bu özelliklerini değişik çevre koşullarında sürdürebilme özelliklerinin de test edilmesini zorunlu kılmakta, aynı şekilde, bu konuda önemli düzeydeki çevre x genotip interaksiyonu da, büyük ıslah programlarında moleküler markör tekniklerinin güvenilir bir şekilde kullanılabilmesini zorlaştırmaktadır (Pena, 2002).

Çoğu durumda, tane protein konsantrasyonu artan sıcaklıkla ve azalan yağışla artış göstermektedir (Hopkins 1968, Schipper 1991). Türkiye'de, Batı Geçit Bölgesinde yapılan bir çalışmada da, aktif gelişme dönemi yağışının tüm çeşitlerin tane protein kapsamlarıyla negatif korelasyon verdiği görülmüştür (Kalaycı ve vd. 1996). Kuraklık ve yüksek sıcaklığın, karbonhidrat birikimini azaltırken, azot birikimini göreli olarak arttırmasının buna neden olduğu ifade edilmektedir (Panozzo ve Eagles, 1999).

Ekmeklik kalitenin özellikle tane doldurma sırasındaki iklim koşullarından çok etkilendiği, bu dönemde serin ve nemli havaların hüküm sürmesi halinde ekmeklik kalitenin düştüğü belirtilmektedir (Johansson ve Svensson 1998, 1999, Johansson vd. 2002). Tane doldurma sırasında 20 °C derecenin üzerindeki sıcaklıkların yüksek protein konsantrasyonu sağladığı (Altenbach vd. 2003, Gooding vd. 2003), hava koşullarının protein polimerizasyonunu etkileyerek pişme kalitesini etkilediği de (Johansson vd. 2003) literatürün bulguları arasındadır.

Toprak inorganik azot kapsamının tane proteini üzerine olan etkisi çok sayıda araştırıcı tarafından bildirilmiştir (Olson vd. 1976, Smika ve Greb 1973, Smika ve Grabouski

1976, Karathanasis vd. 1980). Eskişehir ve Batı Geçit Bölgesinde yürütülen denemelerde de toprak azotu protein açısından çok önemli bulunmuş, % 13'ün üzerinde protein içeren taneler ancak toprak profilinin 120 cm derinliğindeki toplam inorganik azot (nitrat + amonyum) miktarı 10-11 kg/da'ı geçtiğinde ve optimal verim için gerekenden biraz daha fazla azot kullanıldığında elde olunmuştur. Toprak inorganik azotunun 10 kg/da'ın altında olduğu tarlalarda ise, en yüksek doz (12 kg N/da) uygulamalarında dahi % 11'in üzerinde protein elde olunamamıştır (Kalaycı ve vd. 1996).

Toprak azotunun bitkinin azot alımına etkisiyle ilgili olarak, topraktaki alınabilir formdaki azotun azot alımı açısından çok önemli olduğu (Ortiz-Monasterio vd. 1997b), toprak nitrat kapsamıyla arpanın azot alımı arasında yüksek korrelasyon bulunduğu (Soper vd. 1970) bildirilmiştir.

Toprak azotunun en önemli kaynakları organik maddeden mineralizasyon ve önceki yıl uygulamalarından kalan bakiye azottur. Örneğin İsveç'te, her yıl ortalama olarak organik maddenin % 1-2'sinin mineralize olduğu ve bunun da toprağa yılda 20-120 kg/ha azot kazandırdığı belirtilmektedir (Kirchmann vd. 2002). Ancak, yağışların büyük bölümünün kışın alındığı çoğu yerlerde ya doğal olarak veya sürekli işlemeler nedeniyle toprak organik madde kapsamları düşük bulunmaktadır (Anderson ve Impiglia, 2002). Uzun süreli mekanik işlemelerin toprak organik madde kapsamını azaltıcı etkisi bulunduğu başka araştırıcılar tarafından da bildirilmiştir (McDonald ve Fischer 1991, Heenan vd. 1995). Türkiye'de de, 1500'den fazla toprak örneğinin analizi sonucunda örneklerin % 72'sinin % 2'den az, hatta % 21'inin % 1'den de az organik madde içerdiği bulunmuştur (Eyüpoğlu vd. 1994).

Sadece Orta Anadolu Bölgesinde yapılan bir baska sörveyde ise 76 üst toprak örneğinin organik madde kapsamlarının % 1.0 ile 2.1 arasında değiştiği ve ortalama değerin % 1,5 olduğu bildirilmiştir (Çakmak vd. 1998). Bu şekilde organik madde kapsamı düşük tarlalarda, çesitlerin kendi beklenen tane verimi ve protein değerlerini verebilmeleri ancak uygun bir azotlu gübrelemeyle mümkün olabilecektir. 1950'de 3.6 milyon ton olan dünya azotlu gübre kullanımının 1990'da 85 milyon tona çıktığı (Ayoub 1999),

aynı süreç içinde dünya tahıl verim ortalamasının da 1950'de 1.13 ton/ha'dan, 1990'da 2.76 ton/ha'a çıkmasında, başta çeşit ıslahı ve diğer unsurlarla birlikte gübre kullanımının da önemli rol oynadığı (Brown 1996), 2030'a kadar kişi başına üretimin aynı düzeyi muhafaza edebilmesi için kimyasal gübre olarak azot kullanımının da muhtemelen ikiye katlanacağı (Gilland 1993), ancak ekolojik ve ekonomik sorunlar nedeniyle dünya genelinde ekstansif tarım uygulamalarının benimsenme oranının artabileceği ve bunun da azotlu gübre kullanımını azaltma ihtimali olduğu (Le Couis vd. 2000) konuyla ilgili diğer literatür bildirileri arasındadır.

Smil (1997) azotlu gübre kullanımını azaltabilmenin ancak daha uygun gübreleme yöntemleri bularak etkinliği arttırmakla mümkün olabileceğini ifade etmektedir. Ancak, kuru tarım koşullarında uygulanan azotun buğday tarafından alınma oranının genellikle % 50'nin altında olduğu ifade edilmekte ve bunun büyük ölçüde yüzeye uygulanan azotlu gübreden buharlaşma kayıpları nedeniyle böyle olduğu belirtilmektedir. (Fillery ve McInnes 1992). Özellikle üre gübresi bu şekilde toprağa karıştırılmadan yüzeye verildiğinde, amonyak şeklindeki buharlaşma kayıplarının % 40'ı aşabileceği (Fowler, 1989, Hargrove vd. 1977), ve genellikle yüksek sıcaklık, yüksek pH ve yüzeyde anız artıkları bulunması halinde bu kayıpların daha büyük olduğu bildirilmiştir (Raun and Johnson, 1999).

N_{15} kullanılarak yapılan denemeler sonucunda, tahıl üretimindeki azot kayıplarının %20 ile %50 arasında değiştiği ve bu kayıpların denitrifikasyon, buharlaşma ve/veya derin yıkanma yoluyla meydana geldiği görülmüştür (Olson ve Swallow 1984, Karlen vd. 1996). Bunlardan denitrifikasyon sonucu gaz halindeki azot kayıplarının buğday tarımında % 9.5 düzeyini bulduğu (Aulakh vd. 1982) toprak işlemesiz tarım koşullarında sap artıklarının yüzeye yayılması halinde bu oranın 2 misline çıkabileceği (Aulakh vd. 1984) bildirilmiştir. Burada sözü edilen kayıp yolları dışında, son 30 yılın araştırmaları, tahılların tozlanmadan sonra dokulardan çoğunlukla amonyak şeklinde azot salgıladıklarını (Harper vd. 1987, Francis vd. 1993), bu yeni kesfedilen gaz halindeki kayıpların da, buğdayda nedeni tesbit edilemeyen toplam kayıpların içinde % 21 (Harper vd. 1987) ile % 41 (Daigger vd. 1976) arasında değiştiğini göstermiştir.

Bütün bunların sonucu olarak, Raun ve Johnson (1999) tarafından hesaplanan verilere göre yapılan bir değerlendirmede, 1996 yılında dünya gübre azotu kullanımının 82.906.340 ton olduğu bunun % 60'ından fazlası anlamına gelen 49.743.804 tonunun tahıl üretiminde kullanıldığı (FAO, 1995) ve bu toplamın 16.572.232 tonunun hasat edilen tanelerde bulunduğu ve bunun da % 33 AKE anlamına geldiği ifade edilmiştir. Bu değerlendirmede, sadece gübre azotu değil, gübre + toprak + yağışlarla atmosferden kazanıldığı düşünülen toplam esas alınmıştır. Bu rakamlar aynı esaslara göre, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için ayrı ayrı hesaplandığında, AKE değerlerinin sırasıyla %42 ve %29 olduğu görülmüştür. Bu hesaplamalara göre, dünya tahıl üretiminde AKE değerinde sağlanacak % 1'lik bir artışın yılda 234 milyon dolar, %20'lik artışın ise yılda 4.7 milyar dolar tasarruf anlamına geldiği belirtilmiştir.

Yaprak azot konsantrasyonlarıyla maksimum fotosentez değerleri arasında bir ilişkinin olduğu, yani fotosentez sıfır olduğunda bile yapraklarda bir miktar azot bulunduğu ve bunun muhtemelen fotosentetik olmayan azot birikimini gösterdiği (Anten 1995) ancak C4 türlerinde belirgin olan bu durumun C3 bitkilerinde daha sınırlı olduğu ve bunun da muhtemelen seleksiyon baskılarının verime yönelik olmasının sonucu olduğu (Van Keulen vd. 1989) bildirilmektedir. Bu durumda, yukarıda sözü edilen kalibrasyon çalısmalarının verim ve protein için ayrı ayrı yapılması en doğru yol gibi görünmektedir.

Bitkilerin, spektrumun kırmızı ve yakın kızılötesi bölgelerinde (farklı nanometre okumalarında) verdikleri yansıma değerleri karşılaştırılarak gelişme durumunu gösteren vejetasyon indeksleri elde etmeye dayanan bu yöntemde, en yaygın kullanılan vejetasyon indeksi kavramları NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ve SR (Simple Ratio) olmaktadır (Aparicio vd. 2002). Esas itibariyle toplam kuru madde ve yaprak alan indeksiyle alakalı olduğundan, dolaylı olarak fotosentetik kapasite ve verim tahminlerinde kullanılan bu indeksler buğday verim tahminleri için de kullanılmaktadır (Pinter vd. 1981, Aparicio vd. 2000).

Bu indekslerin hesaplanmasında genellikle formülleri kullanılmakta, bu formüllerdeki R harfi Reflectance (Yansıma) değerlerini, rakamlarsa yakın kızılötesi ve kırmızı bölgelerini tanımlayan nanometre değerlerini göstermektedir. (Penuelas vd. 1993)

$$SR = (R900/R680) \text{ ve } NDVI = (R900-R680)/(R900+R680) \quad (2.1)$$

Azot noksanlığının, yaprak klorofil konsantrasyonlarında azalmaya neden olduğu bilinmektedir (Penuelas vd. 1994). Yoğun azot noksanlığı halinde bitkiler kırmızı yansıma bölgesinde daha fazla yansıma vermektedir (Steven vd. 1990). Kırmızı yansımadaki artışlar azot noksanlığının neden olduğu klorofil noksanlığını gösterirken (Filella vd. 1995), yakın kızılötesi yansımadaki azalmalarsa yaprak alan indeksi ve yeşil biyolojik kütledeki azalmaları belirlemektedir. (Asrar vd. 1984, Jensen vd. 1990).

NDVI okumalarının değerlendirilmelerinde ise RI (Response Index = Karşılık İndeksi) (Mullen vd. 2003) ve INSEY (In Season Yield Estimation = Mevsim İçi Verim Tahmini) (Raun vd. 2002) kavramlarından yararlanılmaktadır. Buna göre, kalibrasyon çalışmalarında maksimum NDVI değerini veren parsellerin NDVI değeri, gübrelenmemiş kontrol parsellerinin NDVI değerlerine bölünerek elde olunan $RI_{(NDVI)}$ değerleri, hasatta elde olunan maksimum verimin kontrol parsellerinden elde olunan verime bölünmesiyle bulunan $RI_{(HASAT)}$ (Johnson vd. 2000) değeriyle karşılaştırılmakta ve yapılan korelasyon analizi sonucunda, $RI_{(HASAT)}$ değeriyle en yüksek R^2 değerini veren $RI_{(NDVI)}$ değeri hangi dönem okumalarından elde olunmuşsa, daha sonra çiftçi tarlalarında yapılacak tavsiyeye yönelik çalısmalarda o dönemde okuma yapılmaktadır.

Oklahoma'da yapılan çalışmada Feekes sıkalasına (Large, 1954) göre 5 (sapa kalkma baslangıcı), 9 (sapa kalkma sonu) ve 10.5 (çiçeklenme) dönemlerinde elde olunan okuma değerlerinden benzer etkinlikte sonuç alınmış olmakla birlikte (Mullen vd. 2003), geniş çiftçi tarlası uygulamalarında diğerleriyle aynı etkinlikte bulunan Feekes 5 döneminde, yani sapa kalkma baslangıcında yapılan okumalara göre tavsiyeler yönlendirilmektedir. INSEY değeri ise, NDVI değerinin, ekimden okumanın yapıldığı güne kadar geçen günler içinde ortalama sıcaklığın 4.4 °C'nin üzerinde olduğu gün sayısına bölünmesiyle bulunmaktadır (Raun vd. 2002). Daha sonra, parsellerin NDVI

okumalarından hesaplanan INSEY değerlerinin bağımsız değişken (x), aynı parsellerden elde olunan dane verimlerinin ise bağımlı değişken (y) olarak alındığı regresyon analizi sonucunda elde olunan denklemler, çiftçi tarlalarındaki uygulamaları yönlendiren kalibrasyon denklemleri olarak kullanılmaktadır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Çalışma alanı ve kullanılan girdi

Deneme, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği deneme tarlalarında, iki farklı kırmızı sert ekmeklik buğday çeşidi ile sulanır koşullarda 2 yıl süreyle yürütülmüştür. Denemede, azot seviyesi ve buğday çeşitleri olmak üzere 2 faktörden oluşan deneme tesadüf bloklarında faktöriyel deneme deseninde ve 4 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. 0, 80, 120, 160 ve 200 kg N/ha olmak üzere 5 farklı azot seviyesi kullanılmıştır. Denemede kullanılan çeşitlerden birincisi Bezostoya1 diğeri ise Ahmetağa'dır. İlk yıl Orta Anadolu Bölgesinde kışlık buğday ekilişi için en uygun zaman olduğu bilinen Ekim ayının 21 inde ve ikinci yıl Ekim ayının 22 sinde ekim işleminin yapılabilmesi için gerekli olan ön çalışmalar ve toprak hazırlığı yapıldıktan sonra, 5N (azot seviyeleri) x 2Ç (buğday tohumluğu) x 4T (tekerrür sayısı) = 40 parsel olacak şekilde ekim işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu parseller tesadüfi deneme blokları olarak belirlenmiş ve aşağıda verilmiştir.

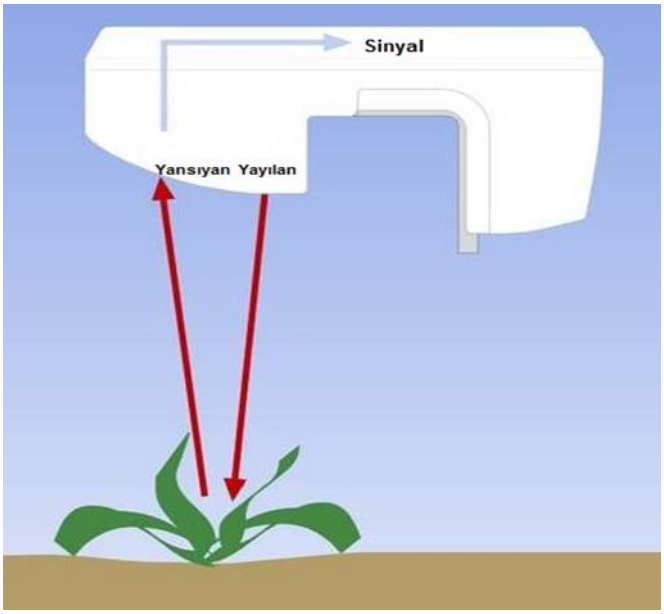
İç Anadolu bölgesinde taban gübresi olarak kullanılan Diamonyum Fosfat (DAP; bileşiminde %18 azot ve %46 fosfor) kullanılmıştır. Bu nedenle çiftçi uygulamalarında DAP gübresi 200 kg/ha dozunda kullanılmıştır. Denemede üst gübrelemede azot kaynağı olarak Amonyum Nitrat (AN; %33 azot) 0 (G1), 80 (G2), 120 (G3), 160 (G4), 200 (G5) kgN/ha dozları kullanılmıştır. Hasattan sonra her parselden elde edilen ürünler tartılarak verim değerleri elde edilmiş, aynı zamanda protein analizleri için laboratuvara gönderilmiştir. Deneme parselleri şekil 3.4'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği deneme parseli (39º37’00.05’’ K - 32º41’39.09’’ D)

3.1.2 GreenSeeker el tipi NDVI sensörü

NDVI okumaları, GreenSeeker sensörü (NTech Industries, INC., USA) ile gerçekleştirilmiştir. Kullanılan bu optik sensör, bitki gelişim durumundaki olan farklılığı algılayarak, bitki biyokütle ve azot gereksinimi ile ilişkilendirmek amacıyla NDVI değerinin hesaplanmasını sağlamaktadır. GreenSeeker sensörü NDVI değerini hesaplamak için kırmızı ve yakın kızılötesi (NIR) ışık bantlarını kullanmaktadır. Kırmızı ışık bir enerji kaynağı olarak fotosentez sırasında bitki tarafından emilir. Sağlıklı bir bitki daha çok kırmızı ışığı absorbe ederken, NIR ışığını büyük oranda yansıtmaktadır. Bu nedenle sensör yapısında kırmızı ve yakın kızılötesi (NIR) ışık üretmek için ışık yayan diyotlardan yararlanmıştır. Bitki tarafından yansıyan ışık sensörün ön tarafında bulunan bir fotodiyot ile ölçülmektedir (şekil 3.2).



Şekil 3.2 GreenSeeker el tipi NDVI sensörü çalışma prensibi
(https://www.trimble.com/Agriculture/greenseeker.aspx, 2016)

Yakın kızılötesi (NIR) ve görünür kırmızı (R) bantları arasındaki zıtlığı artırmak veya iki banttaki bilgiyi tek banda toplayarak, bitki varlığını incelemek üzere normalize edilmiş bitki indisi (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) formüle edilir.

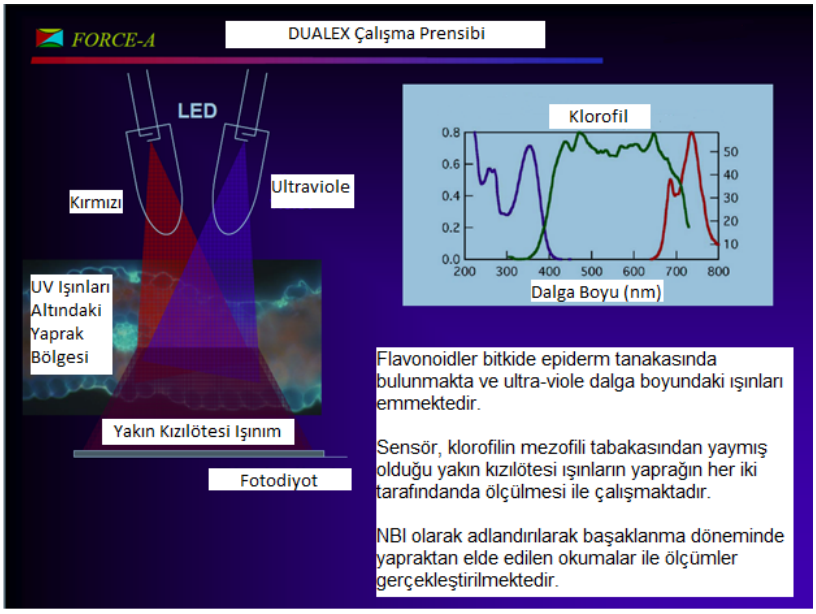
$$\mathrm{NDVI} = \frac{\mathrm{NIR}-\mathrm{R}}{\mathrm{NIR}+\mathrm{R}} \tag{3.1}$$

Normalize edilmiş bitki indeksi değerleri veya yakın kızılötesi bandı, kırmızı bantla oranlayarak elde edilen sonuçlar, yeşil bitki örtüsüyle ilgili bilgiyi verdiği gibi bitkinin zayıf olduğu veya bitkisiz boş alanları da belirlemektedir. Ayrıca bitki indeksi 1 değerine ne kadar yakın olursa bitkinin yoğun olduğunu, sıfır değerine yaklaştıkça bitki örtüsünün azaldığını, negatif olduğunda ise alanların kesinlikle bitkisiz olduğunu göstermektedir.

3.1.3 Force-A optik sensörü

Flavonol okumaları ile birlikte kolorofil-flavonol oranı okumaları (Nitrogen Balance Index, NBI), Force-A Dualex Scientific Spad Metre optik sensörü ile gerçekleştirilmiştir. Flavonoidler iskelet yapıları farklı olan ve farklı bitkilerde bulunan polifenolik bileşiklerdir. İskelet yapılarındaki bu farklılıklara göre; flavon, flavonol, flavonon vb. isimler almaktadırlar. Buğdayda bulunan flavonoid çeşidi flavonoldür. Yapılan araştırmalar sonucu (NBI) olarak adlandırılan klorofil-flavonol içeriği oranının protein tahmininde kullanılabileceği bulunmuştur. Bu sensor yardımıyla bitkideki NBI' i ölçerek protein içeriğinin tahmininde kullanılabilecek ham veriler ortaya koymaktadır.

Azot gübrelemesi uygun bir şekilde yapıldığı taktirde bitki klorofil üretmekte, azot eksikliği sebebiyle bitki flavonol üretmektedir. Flavonoidler bitkide epiderm tabakasında bulunmakta ve ultra-viole dalga boyundaki ışınları emmektedir. Sensör, klorofilin mezofili tabakasından yaymış olduğu yakın kızılötesi ışınların yaprağın her iki tarafındanda ölçülmesi ile çalışmaktadır. NBI olarak adlandırılarak başaklanma döneminde yapraktan elde edilen okumalar ile ölçümler gerçekleştirilmektedir. Force-A optik sensörünün çalışma prensibi şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3 Force-A Dualex Scientific spadmetre çalışma prensibi (http://www.force-a.com/en/capteurs-scientifiques/dualex-scientific/, 2016)

3.2 Yöntem

3.2.1 Deneme planlaması

Deneme, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği deneme tarlalarında, iki farklı kırmızı sert ekmeklik buğday çeşidi ile sulanır koşullarda yürütülmüştür. Deneme deseni ve denemede yer alan faktörler; azot seviyesi ve buğday çeşitleri olmak üzere 2 faktörden oluşan deneme tesadüf bloklarında faktöriyel deneme deseninde ve 4 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. 0, 8, 12, 16 ve 20 kgN/da olmak üzere 5 farklı azot seviyesi kullanılmıştır. Denemede kullanılan çeşitlerden birincisi Bezostoya1 diğeri ise Ahmetağa'dır. Orta Anadolu Bölgesinde kışlık buğday ekilişi için en uygun zaman olduğu bilinen Ekim ayının 21'inde ekim işleminin yapılabilmesi için gerekli olan ön çalışmalar ve toprak hazırlığı yapıldıktan sonra, 5N (azot seviyeleri) x 2Ç (buğday tohumluğu) x 4T (tekerrür sayısı) = 40 parsel taban gübresiz (1. deneme) ve 40 parsel taban gübreli (2. deneme) olacak şekilde ekim işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu parseller tesadüfi deneme blokları olarak belirlenmiş ve aşağıda verilmiştir. Ekim işlemi 15 cm sıra aralıklarında olacak şekilde 8 sıraya, tek sıralı manuel ekim makinası kullanılarak yapılmıştır. Ekilişlerde 6 m parsel boyu

kullanılmış ve 50 cm bloklar arası yol bırakılmıştır. Deneme desenleri her iki farklı alan için şekil 3.4'te gösterilmektedir.

1	T1G4	T2G3	T2G4	T1G5	T1G3	T2G5	T2G1	T2G2	T1G2	T1G1
2	T1G5	T1G3	T2G4	T2G2	T2G1	T1G2	T1G1	T1G4	T2G3	T2G5
3	T1G5	T1G1	T1G4	T2G3	T1G2	T2G1	T2G2	T1G3	T2G5	T2G4
4	T1G3	T2G2	T1G4	T1G1	T2G3	T1G2	T2G4	T2G5	T1G5	T2G1

Şekil 3.4 Deneme sahasındaki deneme tertibi

3.2.2 Gübre uygulamaları

Taban gübresi kullanılan parsellerde; İç Anadolu bölgesinde taban gübresi olarak kullanılan Diamonyum Fosfat (DAP; bileşiminde %18 azot ve %46 fosfor) kullanılmıştır. Bu nedenle DAP gübresi 200 kg/ha dozunda kullanılmıştır. Denemede üst gübrelemede azot kaynağı olarak Amonyum Nitrat (AN; %33 azot) 0 (G_1), 80 (G_2), 120 (G_3), 160 (G_4), 200 (G_5) kgN/ha dozlarında kullanılmıştır. Hasatta her parselden elde edilen ürün tartılarak verim değerleri elde edilmiş aynı zamanda protein analizleri için laboratuvara gönderilmiştir.

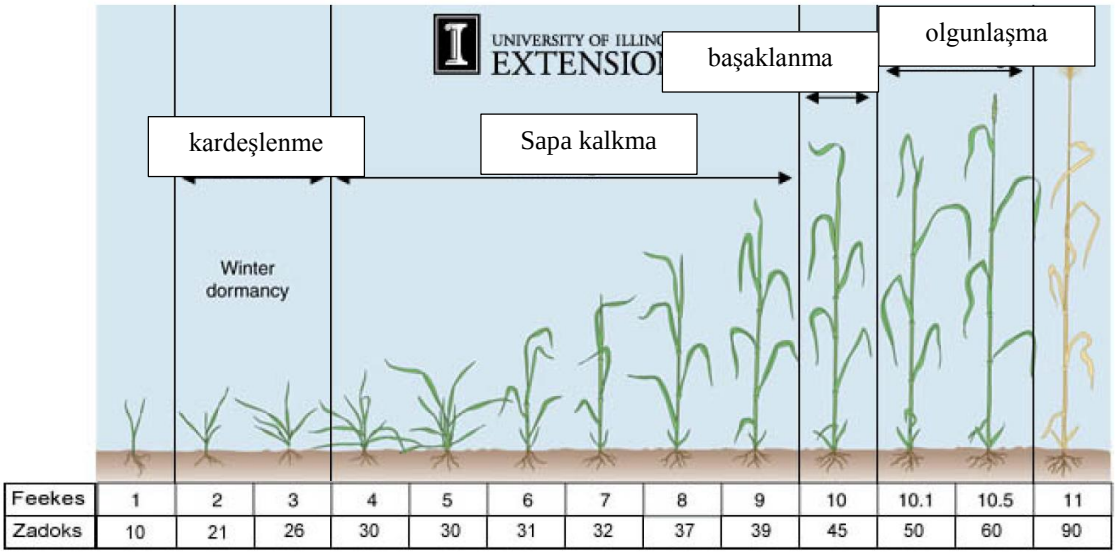
3.2.3 NDVI okumaları ve NBI okumaları

Zadoks sıkalasına göre ZADOKS vd. (1974) Z21, Z30, Z37, Z50, Z55 ve Z60 dönemlerinde GreenSeeker cihazı ile NDVI okumaları yapılmış, bu değerler RI (Response Index = Karşılık İndeksi) ve INSEY (In Season Yield Estimation = Mevsim içi Verim Tahmini) değerlerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. NDVI okumalarının değerlendirilmelerinde ise RI ve INSEY denklemlerinden yararlanılmıştır. Buna göre, maksimum NDVI değerini veren parsellerin NDVI değeri, gübrelenmemiş kontrol parsellerinin NDVI değerlerine bölünerek elde olunan $RI_{(NDVI)}$ değerleri, hasatta elde

olunan maksimum verimin kontrol parsellerinden elde olunan verime bölünmesiyle bulunan $RI_{(HASAT)}$ değeriyle karşılaştırılmış ve yapılacak korelasyon analizi sonucunda, $RI_{(HASAT)}$ değeriyle en yüksek R^2 değerini veren $RI_{(NDVI)}$ değeri hangi dönem okumalarından elde olunmuşsa, daha sonra yapılacak tavsiyeye yönelik çalışmalarda, o dönemde okuma yapılmıştır. Force-A Dualex Scientific Spad Metre sensörü ile buğdayda başaklanma döneminde her parselden 10 ar adet olacak şekilde okumalar yapılmıştır. Her iki okuma istatistiki açıdan değerlendirildiğinde çok yakın bir ilişki saptanmıştır. Bu nedenle bahsedilen NDVI değerleri, protein tahmini ve verim-protein ilişkisindeki optimum noktanın bulunabilmesi için GreenSeeker cihazıyla elde edilen NDVI ve Force-A Spad Metre ile elde edilen okumaların ortalaması olarak kullanılmıştır.



Şekil 3.5 NDVI okumaları



Şekil 3.6 Buğday bitkisi gelişim aşamaları

(https://web.extension.illinois.edu/nwiardc/eb270/entry_5247/, 2016)



Şekil 3.7 1.yıl, 1. Okuma dönemi



Şekil 3.8 2.yıl, 1. Okuma dönemi



Şekil 3.8 1.yıl, 2. Okuma dönemi



Şekil 3.9 2.yıl, 2. Okuma dönemi



Şekil 3.10 1.yıl, 3. Okuma dönemi



Şekil 3.11 2.yıl, 3. Okuma dönemi



Şekil 3.12 1.yıl, 4. Okuma dönemi



Şekil 3.13 2.yıl, 4. Okuma dönemi



Şekil 3.14 1.yıl, 5. Okuma dönemi



Şekil 3.15 2.yıl, 5. Okuma dönemi



Şekil 3.16 1.yıl, 6. Okuma dönemi



Şekil 3.17 2.yıl, 6. Okuma dönemi

3.2.4 Verilerin değerlendirilmesi

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde varyans analizi, gruplar arası farklılığın belirlenmesinde ise Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu amaçla SAS paket programı kullanılmıştır. Analiz sonuçları kullanılan farklı azot oranları ve tohum çeşidi açısından değerlendirilmiştir.



Şekil 3.18 Hasat işlemi ve her parselden elde edilen ürünler

Uygulanan azot oranına karşı verim ve protein tahmini için kuadratik polinom modelinden yararlanmıştır:

$$f(N) = c + b.N + a.N^2 \quad (3.2)$$

$$g(N) = \beta + \alpha.\mathrm{N} \quad (3.3)$$

Burada;

f(N): Verimi (ton/ha),
g(y): Protein oranını (%),

N: Gübre oranı ve

a, b, c: azota karşı verim ve protein yanıt fonksiyonların regresyon katsayılarını göstermektedir.

Verim ve protein için elde edilen modeller, ekonomik optimum azot oranı için kullanılmıştır. Azot gübre tüketiminde optimum azot oranın belirlenmesi, buğday üretiminde kalite ve verim üzerinde olan etkisi nedeniyle önemlidir. Bu oranın belirlenmesi için elde edilen verim ve protein sonuçlarının ortalaması kullanılmıştır.

En uygun gübreleme zamanı belirlemek amacıyla RI (Response Index = Karşılık İndeksi) kavramından yararlanılmıştır. Bu index NDVI ve verim değerleri için hesaplanmıştır. Buna göre, maksimum NDVI değerini veren parselin NDVI değeri, diğer parsellerinin NDVI değerlerine bölünerek elde edilen RI_{NDVI} değerleri, hasatta elde edilen maksimum verimin diğer parsellerden elde edilen verime bölünmesiyle bulunan RI_{hasat} değeriyle karşılaştırılmış ve yapılan korelasyon analizi sonucunda, RI_{hasat} değeriyle en yüksek R^2 değerini veren RI_{NDVI} değeri hangi dönem okumalarından elde olunmuşsa, daha sonra değişken oranlı azot uygulamasına yönelik çalışmalarda o dönemde okuma yapılacaktır. Denemede RI_{NDVI} ve RI_{hasat} aşağıdaki eşitliklerden yararlanarak hesaplanmaktadır MULLEN vd. (2003):

$$RI_{NDVI} = \text{NDVI (maksimum)} / \text{NDVI (kontrol)} \quad (3.4)$$

$$RI_{hasat} = \text{Buğday verimi (maksimum)} / \text{Buğday verimi (kontrol)} \quad (3.5)$$

En uygun gübreleme zamanı belirlendikten sonra o döneme ait olan NDVI değerleri ile gübre oranları arasında olan ilişki belirlenip, linear regresyon yöntemi ile elde edilen regresyon denklemini kullanarak bitkideki azot durumu saptanmıştır. GreenSeeker sensörü ile potansiyel verim tamininde INSEY değerleri kullanılmıştır Franzen vd. (2013). INSEY (In Season Yield Estimation, Mevsim İçi Verim Tahmini), herhangi bir dönemdeki NDVI okuma değerinin, ekimden okuma tarihine kadar kümülatif büyüme derece gün değerine (Cumulative Growing Degree Day, CGDD) bölünmesiyle elde

olunan değerdir (Lukina vd. 2001, Teal vd. 2006). Büyüme-derece-günler (GDD) maksimum ve minimum değerleri ile sınırlandırılmış sıcaklıklara sahip olan günlerdeki fazla sıcaklıkların entegrasyonu olarak tanımlanmaktadır. GDD aşağıdaki eşitlikle tanımlanmaktadır Mcmaster vd. (1997):

$$GDD = (T_{maks}+T_{min})/2-T_{temel} \quad (3.6)$$

Burada;

GDD : Büyüme-derece-günler,
T_{maks} : Günlük maksimum hava sıcaklığı,
T_{min} : Günlük minimum hava sıcaklığı ve
T_{temel} : Ürünün gelişmesinin başladığı temel eşik sıcaklığıdır.

INSEY değerlerinin bağımsız değişken (x), aynı parsellerden elde edilen buğday verimlerinin ise bağımlı değişken (y) olarak alındığı regresyon analizi sonucunda elde edilen denklem, değişken oranlı gübre uygulamasında kalibrasyon denklemi olarak kullanılabilecektir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Laboratuvar Sonuçları ve İstatistiksel Analizleri

Yapılan varyans analizi sonucları, parametreler arası farklılık, farklı gübre oranları açısan istatistiksel olarak önemli olmuştur. Analizlerdem elde edilen sonuçlar çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Deneme lokasyonunda farklı gübre uygulamalarının, verim ve proteine etkisi

1. Yıl		
Gübre Dozu	Verim (P=0.001)	Protein (P=0.006)
1	2.153±0.380 B	15.280±1.273 B
2	2.623±0.485 AB	15.747±1.381 AB
3	3.082±0.383 A	16.717±1.086 B
4	3.285±0.559 A	17.712±1.132 B
5	3.225±0.528 A	18.018±1.805 B
2. Yıl		
Gübre Dozu	Verim (P-value=0.003)	Protein (P-value=0.025)
1	2.493±0.642 B	15.530±0.524 B
2	3.098±0.617 AB	15.01±2.82 AB
3	3.437±0.346 A	17.015±0.925 A
4	3.688±0.268 A	17.713±1.921 A
5	3.430±0.435 A	17.517±0.658 A

* Aynı harfler ile işaretlenen ortalamalar birbirinden farksızdır (P<0.05).

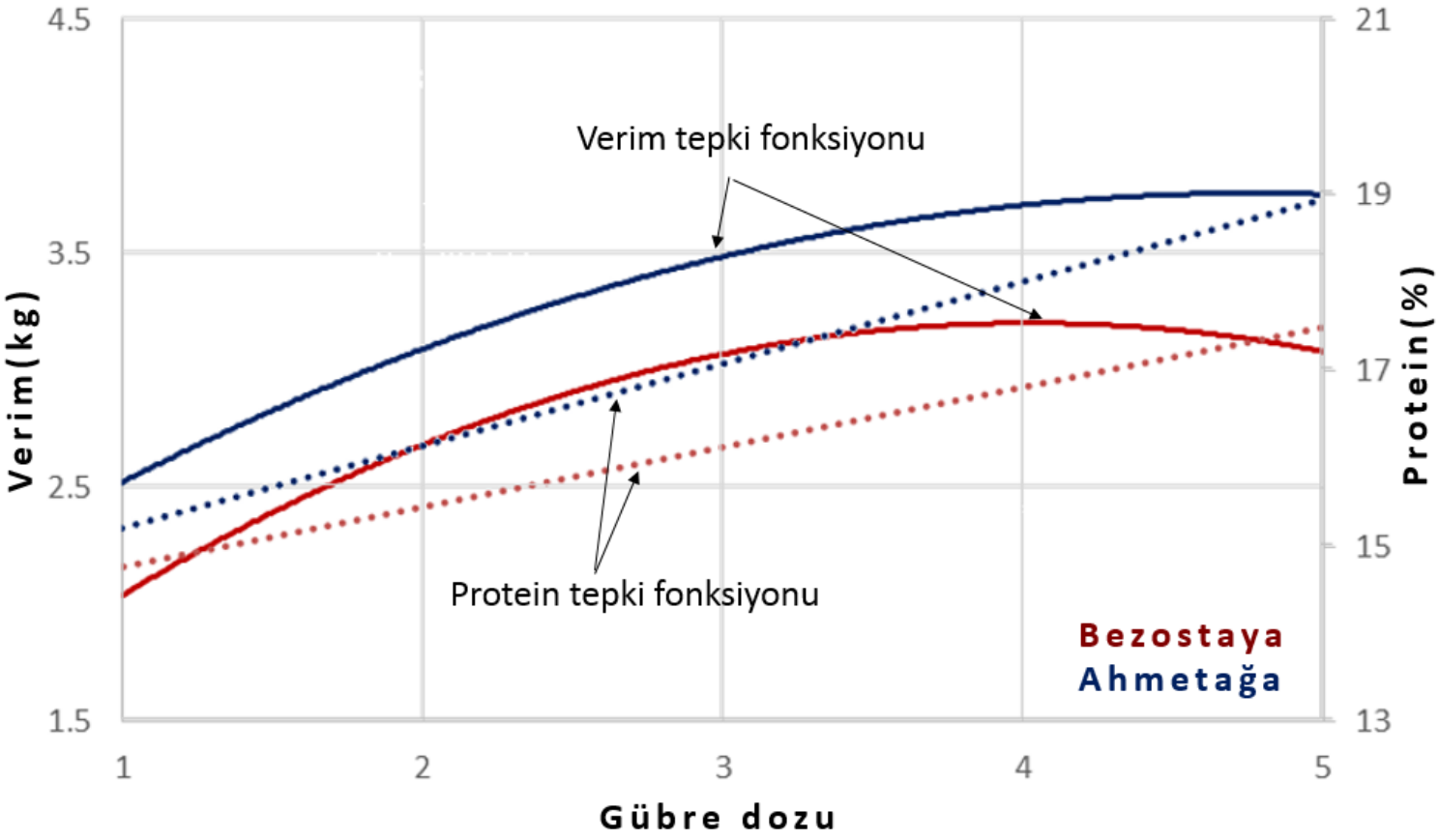
Denemede gübreleme düzeyleri ile verim ve protein değerleri arasında $p<0.05$ istatistiksel olarak önemli sonuçlar elde edilmiştir. p değerleri gübreleme düzeyleri açısından, verim ve protein için 1. ve 2. Yıllar için sırasıyla 0.001, 0.006 ve 0.003, 0.025 olarak belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlara göre denemede kullanılan tohum çeşitleri istatistiksel olarak verim ve protein üzerindeki etkisi önemli olarak bulunmuştur. Deneme lokasyonunda elde edilen sonuçlara dayanarak, denemelerin 1. ve 2. yıllarında 4. Gübre dozu (16 kgN/da) verim açısından ve 1. yıl 5. Gübre dozu (20 kgN/da) ve ikinci yıl 4. Gübre dozu (16 kgN/da) en yüksek protein içeriği açısından uygun gübre oranı olarak belirlenmiştir.

4.2 Optimum Gübre Oranının Belirlenmesi

Azot gübre tüketiminde optimum azot oranın belirlenmesi, bugday üretiminde kalite ve verim üzerinde olan etkisi nedeniyle önemlidir. Diğer bir taraftan azot hareketli bir element olarak gereksiz yerde kullanımı yer altı suların kirlenmesine yol açmaktadır. Dolayısıyla optimum ve ekonomik gübre oranının belirlenmesi gerekmektedir. Bu oranın belirlenmesi için elde edilen verim ve protein sonuçlarının ortalaması kullanılmıştır. Sonuçlar çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 Buğdayda azota karşılık gelen verim ve protein tepki fonksiyonları ile regresyon eğrileri ve R^2 değeri

Tohum çeşidi	Verim tepki fonksiyonu				Protein tepki fonksiyonu		
	a	b	c	R^2	α	β	R^2
Bezostaya	-0.127	1.0216	1.1493	0.7272	0.6765	14.105	0.6746
Ahmetağa	-0.0869	0.8288	1.769	0.7303	0.935	14.427	0.5684
Ortalama	-0.107	0.925	1.4592	0.5917	0.8057	14.176	0.535



Şekil 4.1 Buğdayda azota karşılık gelen verim ve protein tepki fonksiyonları

Uygulanan azot oranına karşı verim ve protein tahmini için sırasıyla kuadratik polinom ve linear modellerinden yararlanmıştır (CERRATO ve BLACKMER 1990; SAYILI ve AKÇA 2004):

$$f(N) = c + b.N + a.N^2 \quad (4.1)$$

$$g(N) = \beta + \alpha.N \quad (4.2)$$

Burada;

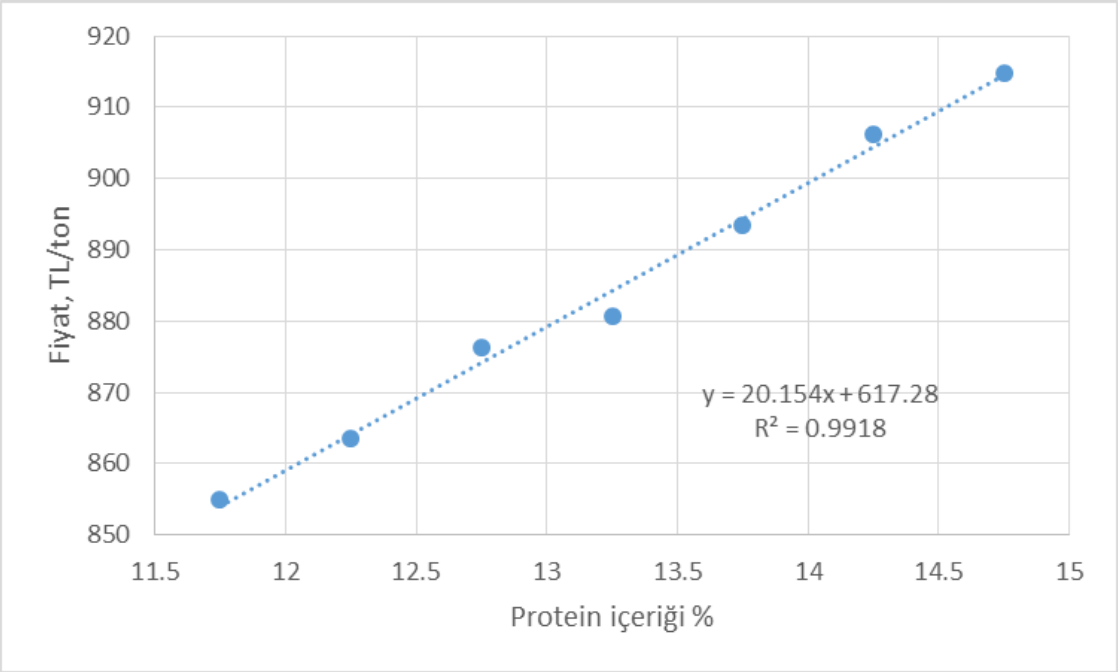
f(N): Verimi (ton/ha),
g(y): Protein oranını (%),
N: Gübre oranı ve
a, b, c: azota karşı verim ve protein yanıt fonksiyonların regresyon katsayılarını göstermektedir.

Verimi ve protein için elde edilen modeller ekonomik optimum azot oranı için kullanılmıştır. Azot gübre tüketiminde optimum azot oranın belirlenmesi, buğday üretiminde kalite ve verim üzerinde olan etkisi nedeniyle önemlidir. Bu oranın belirlenmesi için elde edilen verim ve protein sonuçlarının ortalaması kullanılmıştır. Buğday süne tahribatının %1'in altında olan buğdaylarda protein oranına göre verilen ilave fiyat aşağidaki şekilde belirlenmektedir.

Proteini %12-12.5 arasında %1
Proteini %12.5-13 arasında %2.5
Proteini %13-13.5 arasında %3
Proteini %13.5-14 arasında %4.5
Proteini %14-14.5 arasında %6
Proteini %14.5 üzerinde ise %7'dir.

Taban fiyat buğday için 855 TL/ton olarak belirlendiği için, %12-15 protein içeriği aralığında aşağıdaki ilişki fiyat ve protein içieriği arasında yazılabilir:

$$F_b(\text{Fiyat}) = 20.154\ \text{Protein}\% + 617.28 \quad (4.3)$$



Şekil 4.2 Buğdayda protein içeriği ile ton başına verilen ücret (TL)

1,2 ve 3 eşitliklerden yararlanarak buğday üretiminden elde edilen net gelir, kullanılan azot gübre miktarını girdi olarak göz önüne tuttuğumuzda, aşağıdaki eşitlikle hesaplayabiliriz ($þ_N$=1.74 TL/kg):

$$NR = F_b.f(N) - p_N.N \quad (4.4)$$

Bezostaya için: $NR = -1.73N^3 - 100.58N^2 + 934.89N + 1036.1$ (4.5)

Ahmetağa için: $NR = -1.64N^3 - 9.66N^2 + 272.6.89N + 511.7$ (4.6)

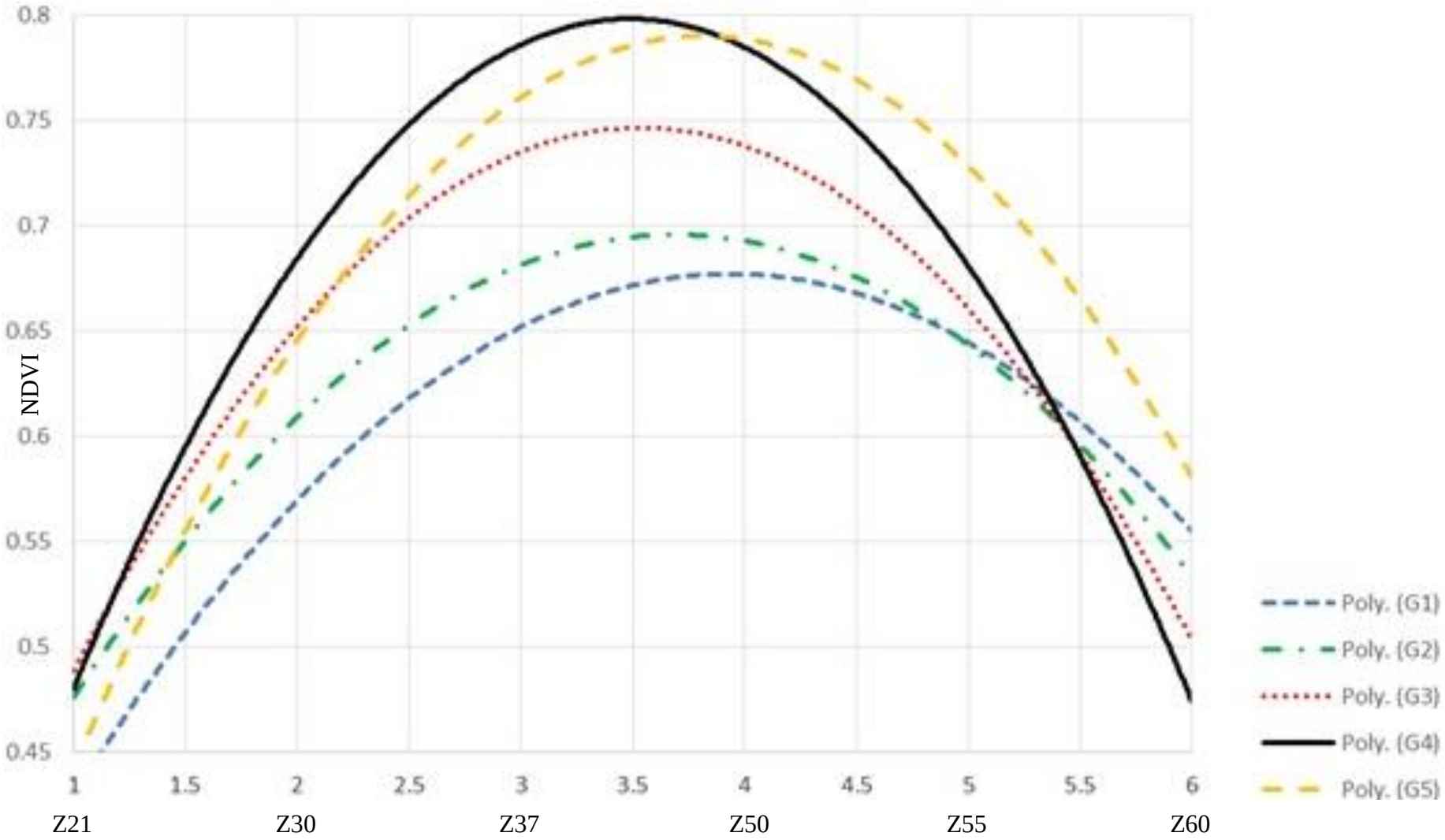
Sumelius ve vd. (2002) ve Mostensen ve Beattie (2003) tarıfından önerilen yönteme göre optimum azot oranı NR eşitliğinin birinci dereceden türevini sıfır ile eşit tutarak hesaplanmaktadır.

$$\frac{\partial(\mathrm{NR})}{\partial(\mathrm{N})} = 0 \tag{4.7}$$

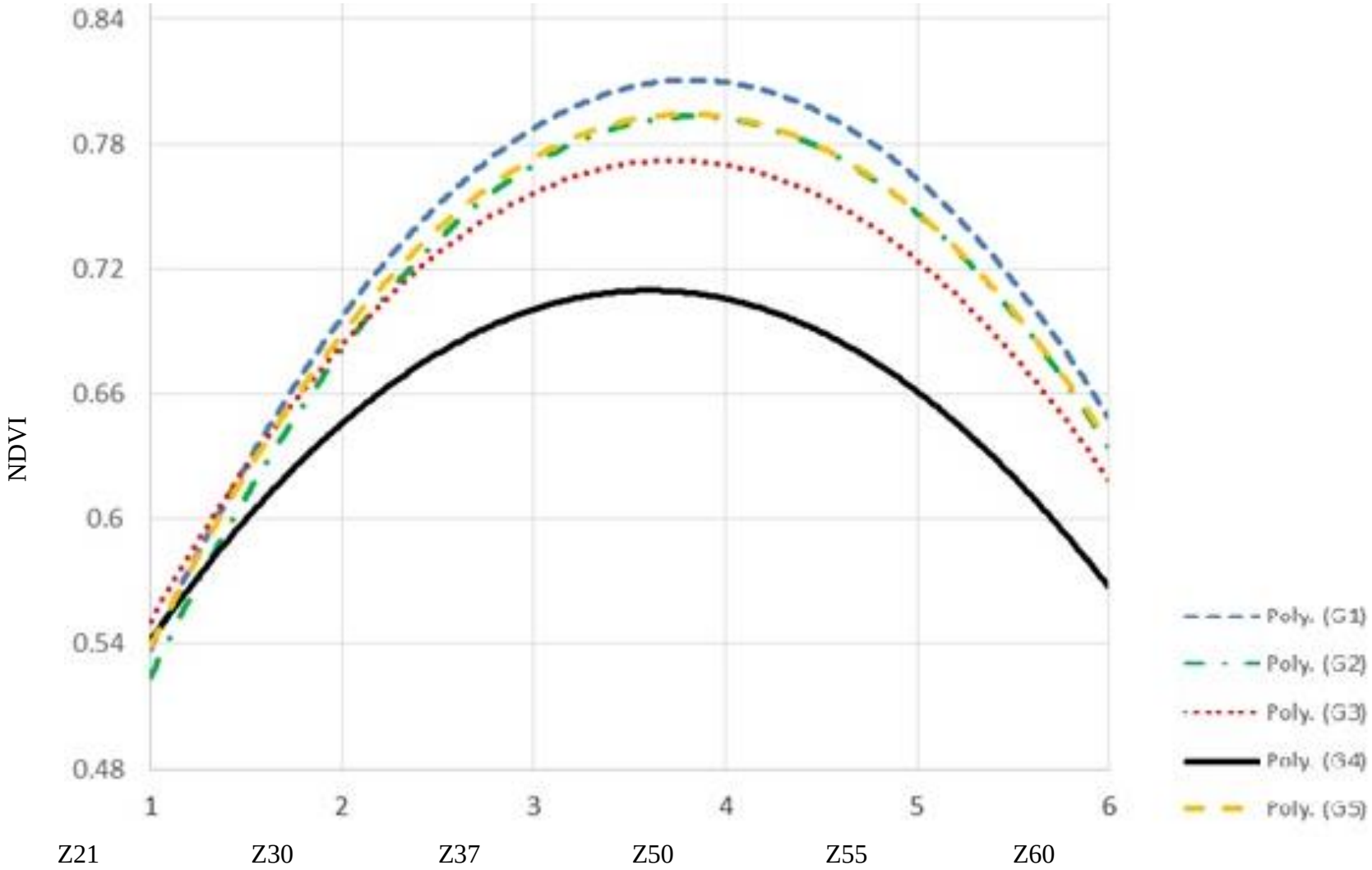
Bu eşitlik sonucu optimum gübre oranı Bezostaya ve Ahmetağa çeşitleri için sırasıyla 16.76 ve 20.6 kg/da olarak belirlenmiştir.

4.3 NDVI Sonuçları ve Değerlendirmeleri

Farklı ölçme dönemlerinde elde edilen NDVI sonuçları ile ilgili tanımlayıcı değerler Çizelge 4.4 ve 4.5'te gösterilmiştir. İki deneme lokasyonlarına ait ortalama değerler incelendiğinde NDVI değerleri 0.404 – 0.785 arası değişmiştir.



Şekil 4.3 Farklı ölçme dönemlerindeki (Zadoks çizelgesine göre) NDVI değişimleri (1. Yıl)



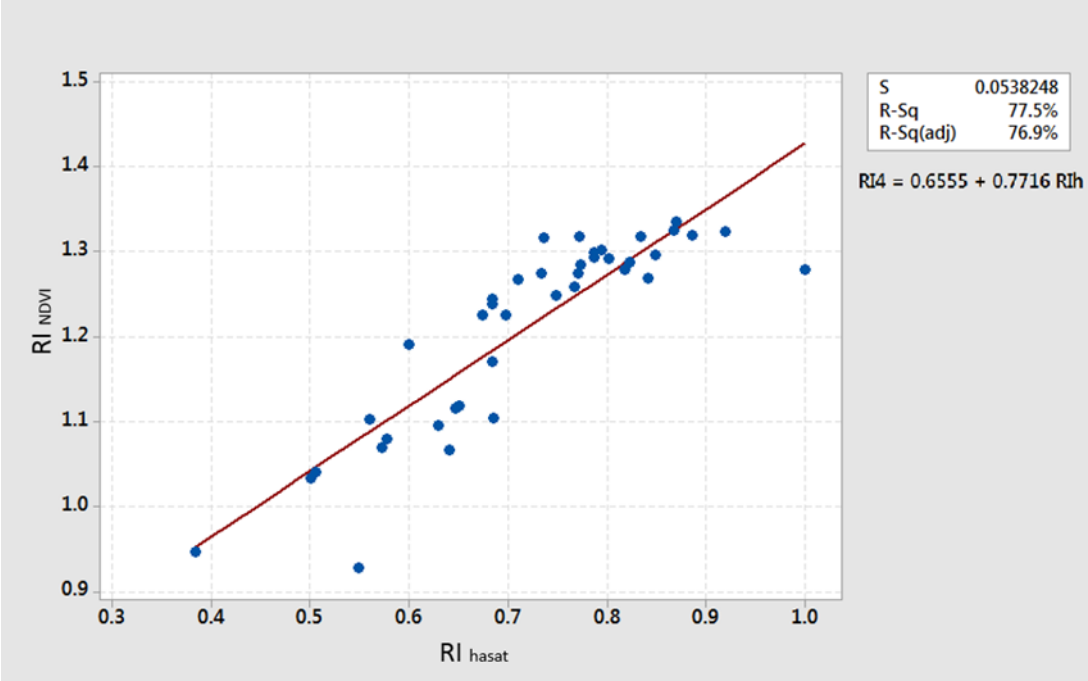
Şekil 4.4 Farklı ölçme dönemlerindeki (Zadoks çizelgesine göre) NDVI değişimleri (2. Yıl)

En uygun gübreleme zamanı belirlemek amacıyla NDVI ve hasattaki verim değerleri kullanılmıştır. Farklı dönemlerden elde edilen NDVI değerleri ve verim değeri kullanarak karşılık indeksleri (Response Index) hesaplanmıştır. Hesaplanan RI_{NDVI} ve RI_{hasat} değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan linear regresyon sonuçları çizelge 4.3' de verilmiştir. Bu indekslerin oluşturmasında iki lokasyondan elde edilen değerlerin ortalamasından yararlanmıştır.

Çizelge 4.3 Gübreleme sonrası elde edilen RI_{NDVI} ve RI_{Hasat} arasındaki ilişkiler.

RI_{NDVI}	RI_{hasat} (R-sq%)
1.Okuma RI_{NDVI}	8.81
2.Okuma RI_{NDVI}	11.21
3.Okuma RI_{NDVI}	69.37
4.Okuma RI_{NDVI}	77.51
5.Okuma RI_{NDVI}	76.57
6.Okuma RI_{NDVI}	65.30

Çizelge 4.3'te verildiği üzere regresyon analizi sonucunda R^2 değeri gübreleme sonrası 4. okuma döneminde elde edilmiştir (CGDD=928.9). Bu nedenle gübreleme sonrası yapılan 4. okuma dönemi NDVI değişkenliği açısından, değişken oranlı uygulaması için en uygun dönem olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.5 Gübreleme sonrası 4.okumadan elde edilen RI_{NDVI} ve RI_{Hasat} arasındaki regresyon eğrileri ve denklemleri

Elde edilen NDVI değerleri incelendiğinde her iki deneme lokasyonlarında NDVI değerleri bazı okuma dönemlerinde parseller arasında farklılık göstermiştir. Yapılan varyans analiz sonucu 1. Yıl; 3, 4 ve 5. okumalarda ve 2. Yıl; 3 ve 4. Okumalarda parseller arasında farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (çizelge 4.4 ve 4.5).

Çizelge 4.4 Farklı gübreleme oranlarının gübreleme sonrası NDVI okumaları üzerindeki etkisi (1. yıl)

Gübre dozu	1.NDVI okuma değerleri	2.NDVI okuma değerleri	3.NDVI okuma değerleri	4.NDVI okuma değerleri	5.NDVI okuma değerleri	6.NDVI okuma değerleri
0 kg N / ha	0.404±0.075 A	0.608±0.090 A	0.679±0.066 B	0.622±0.039 B	0.646±0.102 AB	0.567±0.106 A
80 kg N / ha	0.460±0.149 A	0.637±0.093 A	0.679±0.035 B	0.696±0.066 AB	0.614±0.043 B	0.549±0.089 A
120 kg N / ha	0.495±0.102 A	0.646±0.059 A	0.734±0.067 AB	0.716±0.067 A	0.701±0.063 AB	0.485±0.109 A
160 kg N / ha	0.467±0.117 A	0.714±0.060 A	0.784±0.032 A	0.747±0.019 A	0.709±0.093 AB	0.468±0.063 A
200 kg N / ha	0.425±0.118 A	0.685±0.044 A	0.747±0.053 AB	0.767±0.022 A	0.740±0.045 A	0.581±0.102 A

*Aynı harfler ile işaretlenen ortalamalar birbirinden farksızdır ($P<0.05$).

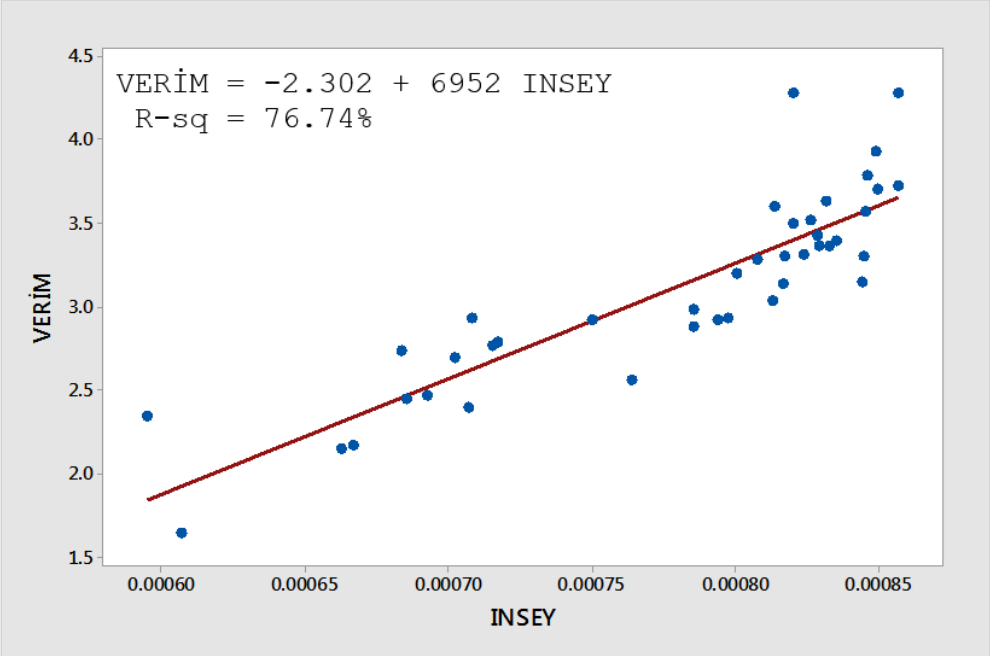
Çizelge 4.5 Farklı gübreleme oranlarının gübreleme sonrası NDVI okumaları üzerindeki etkisi (2. yıl)

Gübre dozu	1.NDVI okuma değerleri	2.NDVI okuma değerleri	3.NDVI okuma değerleri	4.NDVI okuma değerleri	5.NDVI okuma değerleri	6.NDVI okuma değerleri
0 kg N / ha	0.517±0.045 A	0.734±0.052 A	0.794±0.017 A	0.777±0.024 A	0.764±0.027 A	0.657±0.044 A
80 kg N / ha	0.498±0.044 A	0.723±0.041 A	0.785±0.043 AB	0.754±0.048 AB	0.739±0.070 A	0.649±0.077 A
120 kg N / ha	0.535±0.090 A	0.714±0.063 A	0.759±0.060 AB	0.738±0.071 AB	0.737±0.072 A	0.620±0.093 A
160 kg N / ha	0.526±0.097 A	0.674±0.079 A	0.705±0.092 B	0.680±0.093 B	0.666±0.099 A	0.572±0.086 A
200 kg N / ha	0.515±0.107 A	0.732±0.061 A	0.780±0.066 AB	0.756±0.073 AB	0.749±0.077 A	0.645±0.079 A

*Aynı harfler ile işaretlenen ortalamalar birbirinden farksızdır (P<0.05).

Green Seeker sensörü ile potansiyel verim tamininde INSEY değerleri kullanılmıştır. Bu denklemi oluşturmak için gübreleme sonrası 4. okumalarda (928.9 CGDD) parsellerden elde edilen NDVI okumalarından (RI_{hasat} ile maksimum korelasyon değeri bulunan) hesaplanan INSEY değerleri kullanılmıştır. Elde edilen kalibrasyon denklemi yapılması planlanan dönemde aşağıdaki gibi olmuştur:

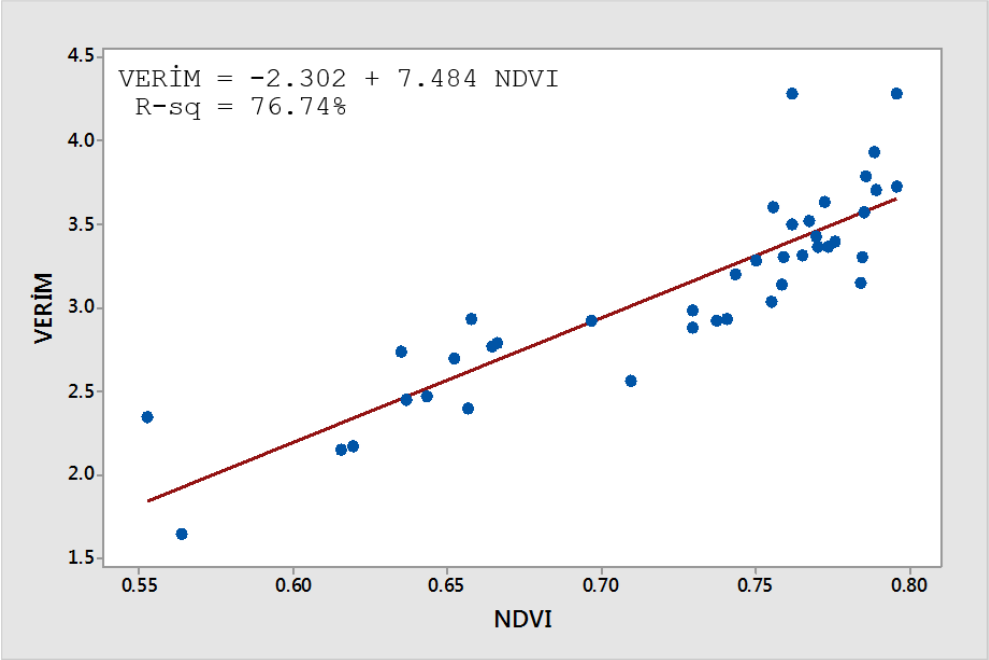
Verim = -2.302 + 6952 INSEY R-sq 0 76.74% (4.8)



Şekil 4.6 INSEY ve verim değerleri arasındaki ilişki

Döneme ait CGDD, 928.9 °C olduğu için, ayrıca INSEY=NDVI/CGDD olması dolayısıyla, verim ve NDVI arasındaki ilişki aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir:

Verim = 7.484 NDVI - 2.302 (4.9)

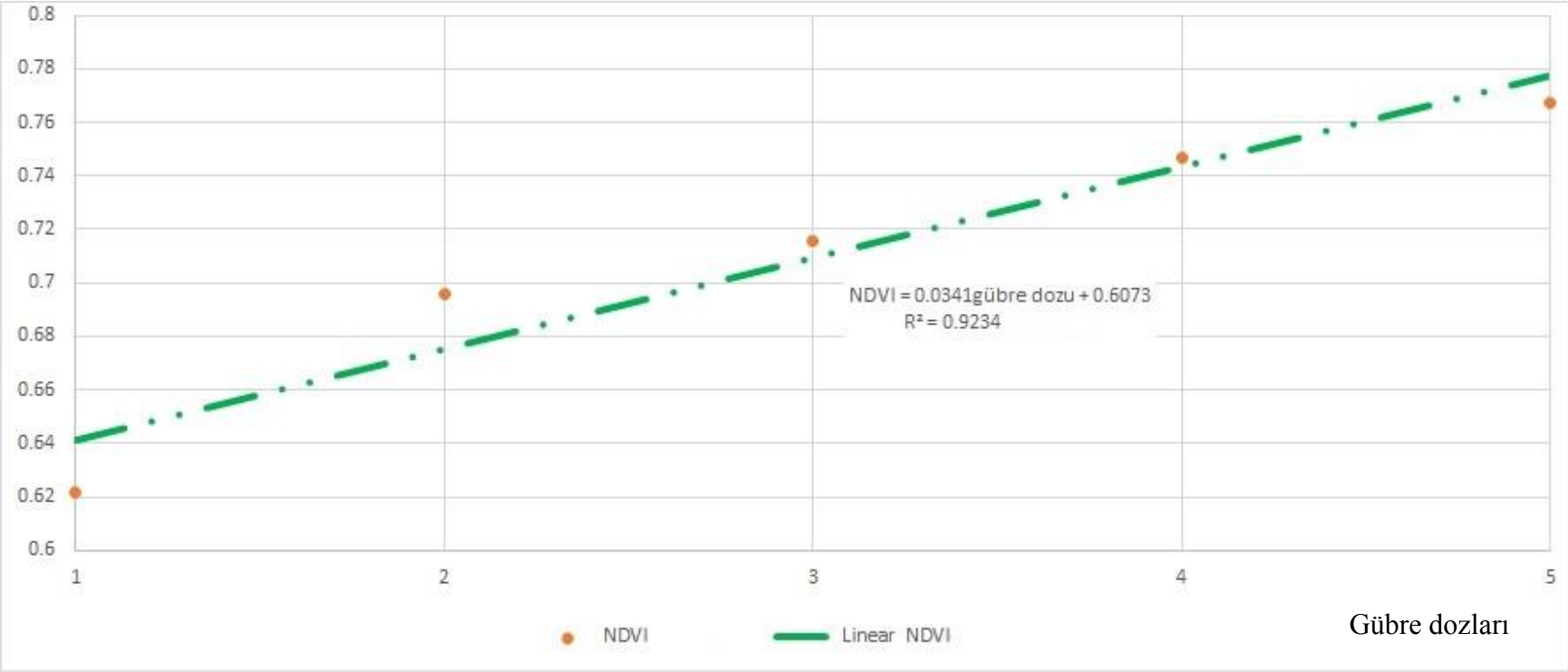


Şekil 4.7 Verim ve NDVI değerleri arasındaki ilişki

Bu eşitlik yardımıyla elde edilen verim miktarı azot gübresi kullanmadan potansiyel buğday verimini belirlemektedir.

Değişken oranlı azot uygulamalarında kullanılan NDVI tabanlı bir kalibrasyon denklemi oluşturmak amacıyla istatistiksel olarak farklılığın önemli olduğu ve gübreleme zamanı olarak belirlenen 4. okumalarından elde edilen NDVI değerleri kullanılmıştır.

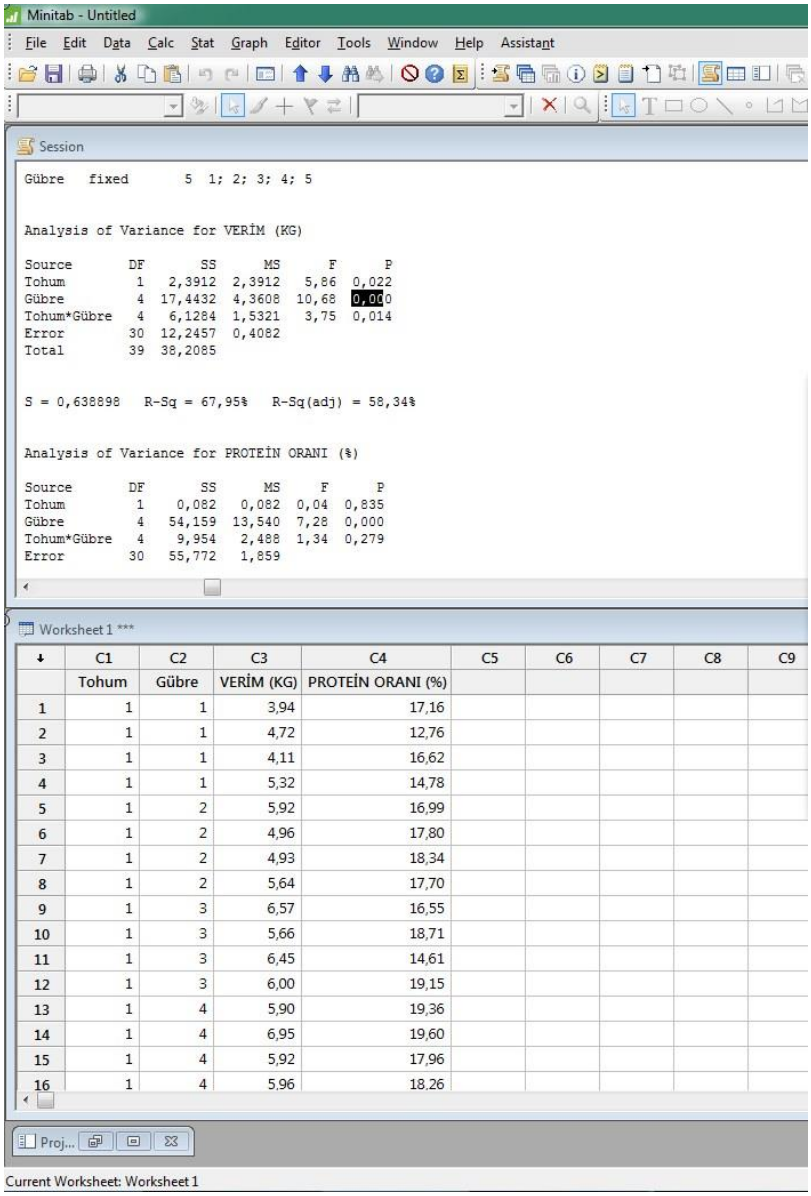
NDVI



Şekil 4.8 NDVI ve gübre oranları arasındaki ilişki

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada kullanılan yöntem, buğdayda verimin ve protein oranının artmasını sağlamaktadır. Bu yöntemin kullanılması tarla içerisinde daha verimli bölgelerin optimum oranda gübrelenmesine, ayrıca kullanılan azot maliyetinin azaltılmasına olanak sağlamaktadır. Bu araştırmada uygulanan farklı azot oranlarının verim ve kalite parametrelerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 5.1 Elde edilen verilerin Minitab istatistiksel analiz programı yardımıyla güvenilirliğinin tespit edilmesi

Gerçekleştirilen analiz sonucunda tohum çeşidi ve verim ilişkisi, gübre dozu verim ilişkisi ve tohum çeşidi gübre interaksiyonu ile verim ilişkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Aynı şekilde gerçekleştirilen analiz sonucunda ise tohum çeşidi ve protein oranı arasından ilişki ve tohum çeşidi ile gübre interaksiyonunun protein oranı açısından ilişkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ancak bu çalışma açısından önemli olan gübre dozu ile protein ilişkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Ekonomik optimum gübre oranlarının belirlenmesi, buğday için verim ve protein değerlerini kullanarak yapılmıştır (Baker vd. 2003, Gandorfer ve Rajsic, 2008). Bu yöntem buğdayda mevsim içi azot tahmininde kullanılmıştır (Raun vd. 1999, Solie vd. 2000).

Bu çalışmanın amacı, özet olarak, Türkiye'nin buğday üretim ve pazarlamadaki en önemli sorunlardan olan tane protein kapsamlarını geliştirebilmek için neler yapılması gerektiğini araştırmak, buğday verimi ve kalitesini özellikle de protein kapsamını belirleyen en önemli faktörlerden biri olan azot beslenmesi bakımından azot kayıplarının en az ve bitkinin azot kullanma etkinliğinin en yüksek düzeyde olacağı en uygun azotlu gübreleme yönetim sistemini ve azotlu gübre uygulama metodunu belirlemek, genellikle ortalama tavsiye değerleri üzerinden yapılan azotlu gübre uygulamalarını yılın gidişine göre düzenleyecek bir sistemi geliştirip yaygınlaştırarak buğday tane verimi ve kalitesinin en yüksek düzeyde olacağı sekilde düzenleyip hem girdi hem de üretim ekonomisine katkı sağlamaktır.

Azot kayıplarının en az ve bitkinin azot kullanma etkinliğinin en yüksek düzeyde olacağı en uygun azotlu gübre uygulama metodunun belirlenip pratiğe yansıtılmasıyla, gerek ülke ekonomisine, gerekse çiftçi açısından girdi ekonomisine katkı sağlanmış olacaktır. Aynı zamanda tarım alanlarından meydana gelen azot kayıplarının azaltılması ile çevre temizliğine çok önemli katkılar yapılmış olacaktır.

Çalışmada kurulan parsellerden elde edilen okuma değerleriyle gübre oranları arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Bu nedenle gübreleme sonrası yapılan 4.okuma dönemi (CGDD=928.9) NDVI değişkenliği açısından, değişken oranlı gübre

uygulaması için en uygun dönem olarak belirlenmiştir. Denemede gübreleme düzeyleri ile verim ve protein değerleri arasında $p<0.05$ istatistiksel olarak önemli sonuçlar elde edilmiştir. p değerleri gübreleme düzeyleri açısından, verim ve protein için 1. ve 2. yıllar için sırasıyla 0.001, 0.006 ve 0.003, 0.025 olarak belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlara göre denemede kullanılan tohum çeşitleri istatistiksel olarak verim ve protein üzerindeki etkisi önemli olarak bulunmuştur. Deneme lokasyonunda elde edilen sonuçlara dayanarak, denemelerin 1. ve 2. yıllarında 4. Gübre dozu (16 kgN/da) verim açısından ve 1. yıl 5. Gübre dozu (20 kgN/da) ve ikinci yıl 4. Gübre dozu (16 kgN/da) en yüksek protein içeriği açısından uygun gübre oranı olarak belirlenmiştir. Bu eşitlik sonucu optimum gübre oranı Bezostaya ve Ahmetağa çeşitleri için sırasıyla 16.76 ve 20.6 kg/da olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın gerçekleştirildiği Haymana yöresi için ekonomik bir analiz yapıldığında AN gübresinin ton fiyatı 815 TL, Haymana Araştırma ve Uygulama çiftliğinde buğday ekimi yapılan arazinin büyüklüğü 570 da ve 1 dekara 20 kg saf azot atılmaktadır. Oysa ki Atılması gereken miktar 16,76 kg dır. Buradan çıkan fark 3,24 kg saf azot dolayısıyla AN %33 azot içerdiği için 1 dekara 9,72 kg AN fazla atılmaktadır. 570 dekar için yaklaşık 5540,4 kg fazla AN gübresi atılmaktadır. Bundan dolayı yaklaşık olarak her yıl en az 4515,42 TL kayıp vardır. Bu çalışma sonucunda bu kaybın önüne geçilebilecektir.

KAYNAKLAR

Anonymous. 1995. World agriculture: towards 2010 an FAO study. Nikos Alexandratos (ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations and John Wily & Sons, West Sussex, England. p. 190

Anonymous. 2002. World Agriculture: Towards 2015/2030. Summary report. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002.

Anonymous. 2016. Web Sitesi: http://www.trimble.com/, Erişim Tarihi: 06.09.2016

Anonymous. 2016. Web Sitesi: http://www.force-a.com/en/, Erişim Tarihi: 06.09.2016

Anonymous. 2016. Web Sitesi: https://web.extension.illinois.edu/, Erişim Tarihi: 06.09.2016

Altenbach, S.B., DuPont, F.M., Kothari, K.M., Chan, R., Johnson, E.L. and Lieu, D. 2003. Temperature, water and fertilizer influence the timing of key events during grain development in a US spring wheat. Journal of Cereal Science 37, 9-20.

Anderson, W.K. and Impiglia A. 2002. Management of dryland wheat. In B.C. Curtis, S.Rajaram, H. Gómez Macpherson, Eds. Bread Wheat Improvement and Production. FAO Plant Production and Protection Series. No 30

Anten NPR. 1995. Canopy structure and patterns of leaf nitrogen distribution in relation to carbon gain. Utrecht: Universiteit Utrecht

Aparicio, N., Villegas, D., Casadesu´s, J., Araus J.L. and Royo, C. 2000. Spectral vegetation indices as nondestructive tools for determining durum wheat yield. Agron. J. 92:83–91.

Aparicio, N., Villegas, D., Araus, J.L., Casadesus, J. and Royo, C. 2002. Relationship between growth traits and spectral vegetation indices in durum wheat. Crop Sci. 42:1547–1555.

Asrar, G., Fuchs, M., Kanemasu, E.T., and Hatfield J.L. 1984. Estimating absorbed photosynthetic radiation and leaf area index from spectral reflectance in wheat. Agron. J. 76:300–306

Aulakh, M.S., Rennie. D.A., and Paul E.A. 1982. Gaseous nitrogen losses from cropped and summer fallowed soils. Can. J. Soil Sci. 62:187-195

Aulakh, M.S., Rennie. D.A., and Paul E.A. 1984. The influence of plant residues on denitrification rates in conventional and zero tilled soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 48:790-794

Ayoub, T.A., 1999. Fertilizers and the environment. Nutrient Cycling in the Agroecosystems 55, 117-121.

Banziger, M., Feil, B., Schmid, J.E., Stamp, P., 1992. Genotypic variation in grain N content of wheat as affected by mineral N supply in the soil. European Journal of Agronomy 1, 155-162.

Bertholdsson, N.O. and Stoy, V. 1995. Yields of dry matter and nitrogen in highly diverging genotypes of winter wheat in relation to N-uptake and N-utilization. Journal of Agronomy and Crop Science 175, 285-295.

Brancourt-Hulmel, M., Doussinault G., Lecomte, C., Bérard; P., Le Buanec, B. and Trottet,M. 2003. Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992. Crop Science 43, 37-45.

Brown, L.R., 1996. Tough Choices. Facing the Challenge of Food Scarcity. The World Environmental Alert Series. W.W. Norton and Company, New York.

Cassman, K.G., Doberman A. and Walters, D.T. 2002. Agroecosystems, nitrogen-use efficiency, and nitrogen management. Ambio 31, 132-140.

Corbellini, M., and Borghi, B., 1985. Accumulation and remobilization of dry matter and protein in four bread wheat varieties. Journal of Agronomy and Crop Science 155, 1-11.

Cox, C.M., Qualset, C.O., and Rains, D.W., 1985. Genetic variation for nitrogen assimilation and translocation in wheat. II. Nitrogen assimilation in relation to grain yield and protein. Crop Science 25, 435-440.

Çakmak, I. 1998. Zinc nutritional status of soils and plants in Central Anatolia. In I.Cakmak Ed. Selection and characterization of cereal genotypes with high Zn efficiency and evaluation of bioavailability of Zn in wheat for the Central Anatolia Region. pp. 11-29. Kemal Printing Co., Adana, Turkey.

Daigger, L.A., Sander D.H., and Peterson G.A. 1976. Nitrogen content of winter wheat during growth and maturation. Agron. J. 68:815-818.

Dhugga, K.S., and Waines, J.G., 1989. Analysis of nitrogen accumulation and use in bread and durum wheat. Crop Science 29, 1232-1239.

Eyüpoglu,F., Kurucu, N. Talaz, S ve Canısağ, Ü. 1996. Türkiye topraklarında bitki tarafından alınabilir mikro besin maddelerinin durumu. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, 1992-1993 Yıllık Raporu. Rapor No: 118. Ankara.

Feil, B. 1997. The inverse yield-protein relationship in cereals: possibilities and limitations for genetically improving the grain protein yield. Trends in Agronomy 1: 103-119 38.

Filella, I., Serrano L., Serra, J., and Penuelas, J. 1995. Evaluating wheat N status with canopy reflectance indices and discriminant analysis. Crop Sci. 35:1400–1405.

Fillery, I.R. and McInnes, K.J. 1992. Components of the fertilizer nitrogen balance for wheat production on duplex soils. Austr. J. Exp. Agric., 32: 887-899.

Fowler, D.B., and Brydon, J. 1989. No-till winter wheat production on the Canadian prairies: placement of urea and ammonium nitrate fertilizers. Agron. J. 81:518-524.

Francis, D.D., Schepers, J.S., and Vigil, M.F. 1993. Post-anthesis nitrogen loss from corn. Agron. J. 85:659-663.

Gauer, L.E., Grant, C.A., Gehl, D.T. and Bailey, L.D. 1992. Effects of nitrogen fertilization on grain protein content, nitrogen uptake, and nitrogen use efficiency of six spring wheat (Triticum aestivum L.) cultivars, in relation to estimated moisture supply. Can. J. Plant Sci. 72:235-241.

Gilland, B., 1993. Cereal, nitrogen and population: an assessment of the global trends. Endeavour 17, 84-87.

Gooding, M.J., Ellis, R.H., Shewry, P.R. and Schofield, J.D. 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. Journal of Cereal Science 37, 295-309.

Graham, R.D. and Welch, R.M. 1996. Breeding for staple food crops with high micronutrient density. Working Papers on Agricultural Strategies for Micro-nutrients. No.3. International Food Policy Institute. Washington D.C.

Halitligil, M.B., Akın, A., Aydın, M., Yılmaz, A. and Dönmez, Ö. 1995. Effects of legumes, fallow and wheat on subsequent wheat production in Central Anatolia. International Atomic Energy Agency. Technical Document 875.

Hargrove, W.L., Kissel, D.E., and Fenn, L.B. 1977. Field measurements of ammonia volatilization from surface applications of ammonium salts to a calcareous soil. Agron. J. 69:473-476.

Harper, L.A., Sharpe, R.R., Langdale, G.W., and Giddens J.E. 1987. Nitrogen cycling in a wheat crop: soil, plant, and aerial nitrogen transport. Agron. J. 79:965-973.

Heenan, D.P., McGhie, W.J., Thomson, F.M. and Chan, K.Y. 1995. Decline in soil organic carbon and total nitrogen in relation to tillage, stubble management, and rotation. Austr. J. Exp. Agric., 35: 877-884.

Heitholt, J.J., Croy, L.I., Maness, N.O. and Ngyuen, H.T. 1990. Nitrogen partitioning in genotypes of winter wheat differing in grain N concentration. Field Crops Research 23, 133-144.

Hinzman, L.D., Bauer, M.E., and Daughtry C.S.T., 1986. Effects of nitrogen fertilization on growth and reflectance characteristics of winter wheat, Remote Sensing Environment, 19:47-61.

Hopkins, J.W., 1968. Protein content of western Canadian hard red spring wheat in relation to some environmental factors. Agricultural Meteorology 5, 411-431.

Jensen, A., Lorenzen, B. Spelling-Ostergaard, H., and Kloster-Hvelplund, E. 1990. Radiometric estimation of biomass and N content of barley grown at different N levels. Int. J. Remote Sens. 11:1809–1820.

Johansson, E. and Svensson, G. 1998. Variation in bread-making quality: effects of weather parameters on protein concentration and quality in some Swedish wheat cultivars grown during the period 1975-1996. Journal of the Science of Food and Agriculture 78, 109-118.

Johansson, E. and Svensson, G. 1999. Influences of yearly weather variation and fertilizer rate on breadmaking quality in Swedish grown wheats containing HMW glutenin subunits 2+12 or 5+10 cultivated during the period 1990-96. Journal of Agricultural Science 132, 13-22.

Johansson, E., Prieto-Linde, M-L. and Jönsson, J. Ö. 2001. Breeding for stability in bread milling quality. In Wheat in a Global Environment, Proc. 6th Int. Wheat Conference (Eds Z. Bedö and L. Láng), pp. 229-235. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Johansson, E., Nilsson, H., Mazhar, H., Skerritt, J., MacRitchie, F. and Svensson, G. 2002. Seasonal effects on storage proteins and gluten strength in four Swedish wheat cultivars. Journal of the Science of Food and Agriculture 82, 1305-1311.

Johansson, E., Prieto-Linde, M.L., Svensson, G. and Jönsson, J. 2003. Influences of cultivar, cultivation year and fertilizer rate on amount of protein groups and amount and size distribution of mono- and polymeric proteins. Journal of Agricultural Science 140, 275-284.

Johnson, G.V., Raun, W.R. and Mullen, R.W. 2000. Nitrogen use efficiency as influenced by crop response index. p. 291. In Agronomy abstracts. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

Kalaycı, M., Kaya, F., Aydın, M., Özbek, V. ve Atlı, A. 1996. Batı Geçit Bölgesi kosullarında buğdayın verim ve tane protein kapsamı üzerine azotun etkisi. Tr.J. of Agriculture and Forestry (Özel Sayı) 20:49-59.

Kamprath, E.J., Moll, R.H. and Rodriguez, N., 1982. Effects of nitrogen fertilization and recurrent selection on performance of hybrid populations of corn. Agron. J. 74:955-958.

Karathanasis, A.D., Johnson, V.E., Peterson, G.E., Sander, D.H. and Olson, R.A. 1980. Relation of soil properties and other environmental factors to grain yield and quality of winter wheat grown at international sites. Agron. J. 72: 329-336.

Karlen, D.L., Hunt, P.G., and Matheny T.A., 1996. Fertilizer 15nitrogen recovery by corn, wheat, and cotton grown with and without pre-plant tillage on Norfolk loamy sand. Crop Sci. 36:975-981.

Kirchmann, H., Johnston A.E.J. and Bergström, L.F. 2002. Possibilities for reducing nitrate leaching from agricultural land. Ambio 31, 404-408

Large, E.C. 1954. Growth stages in cereals. Plant Pathol. 3:128–129

Le Couis, J., Bèghin, D., Heumez, E., Pluchard, P., 2000. Genetic differences for nitrogen uptake and nitrogen utilization efficiencies in winter wheat. European Journal of Agronomy 12, 163-173. (L114)

Liao, M., Fillery, I. and Palta, J. 2003. Early vigor wheat genotypes have better N uptake. Proceedings of the 11th Australian Agronomy Conference, Geelong.

Löffler, C.M., Rauch, T.L., and Busch, R.H., 1985. Grain and plant protein relationships in hard red spring wheat. Crop Science 25, 521-524.

May, L., Van Sanford, D.A., MacKown, C.T., and Cornelius, P.L., 1991. Genetic variation for nitrogen use in soft red and hard red winter wheat populations. Crop Science 31, 626-630.

McDonald, G.K. and Fischer, R.A. 1991. Soil management to maintain crop production in semi-arid environments. In E. Acevedo, E. Fereres, C. Gimenez and J.P. Srivastava, eds. Improvement and management of winter cereals under temperature, drought and salinity stresses, p. 421-440. Madrid.

Moll, R.H., Kamprath, E.J., and Jackson W.A., 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. Agron. J. 74:562-564.

Mullen, R. W., Freeman, K. W., Raun, W. R., Johnson, G.V., Stone, M. L. and Solie, J. B. 2003. Identifying an in-season response index and the potential to increase wheat yield with nitrogen. Agronomy Journal 95, 347-351.

Novoa, R., and Loomis, R.S. 1981. Nitrogen and plant production. Plant and Soil 58, 177-204.

Olson, R.V., and Swallow, C.W. 1984. Fate of labeled nitrogen fertilizer applied to winter wheat for five years. Soil Sci. Soc. Am. J. 48:583-586.

Olson, R.A., Frank, K.D., Deibert, E.J., Dreier, A.F., Sander, D.H. and Johnson, V.A. 1976. Impact of residual mineral N in soil on grain protein yields of winter wheat and corn. Agron. J. 68: 769-772.

Ortiz-Monasterio, I.J., Pena, R.J., Sayre, K.D., Rajaram, S., 1997. CIMMYT`s genetic progress in wheat grain quality under four N rates. Crop Science 37, 892-898.

Ortiz-Monasterio, J.I., Sayre, K.D., Rajaram, S., and McMahon, M., 1997b. Genetic progress in wheat yield and nitrogen use efficiency under four nitrogen rates. Crop Sci. 37:898–904.

Panozzo, J.F and Eagles, H.A. 1999. Rate and duration of grain filling and grain nitrogen accumulation of wheat cultivars grown in different environments. Australian Journal of Agricultural Research 50, 1007-1015.

Papakosta, D.K., and Gagiannas A.A., 1991. Nitrogen dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. Agronomy Journal 83, 864-870.

Payne, P.I., Nightingale, M.A., Krattiger, A.F. and Holt, L.M. 1987. The relationship between HMW glutenin subunit composition and the bread-making quality of Britishgrown wheat varieties. Journal of the Science of Food and Agriculture 40, 51-65.

Pena, R.J. 2002. Wheat for bread and other foods. In B.C. Curtis, S.Rajaram, H. Gómez Macpherson, Eds. Bread Wheat Improvement and Production. FAO Plant Production and Protection Series. No 30.

Penuelas, J., Gamon, J.A., Griffinand, K.L., and Field, C.B., 1993. Assessing community type, biomass, pigment composition and photosynthetic efficiency of aquatic vegetation from spectral reflectance. Remote Sens. Environ. 46:110–118.

Penuelas, J., Gamon, J.A., Freeden, A., Merino, J., and Field, C. 1994. Reflectance indices associated with physiological changes in N and water-limited sunflower leaves. Remote Sens. Environ. 46:100–118.

Peterson, C.J., Graybosch, R.A., Baenziger, P.S. and Grombacher, A.W. 1992. Genotype and environment effects on quality characteristics of hard red winter wheat. Crop Science 32, 98-103.

Pinter, P.J., Jackson, R.D., Idso, S.B., and Reginato, R.J., 1981. Multi-date spectral reflectance as predictors of yield in water stressed improve wheat and barley. Int. J. Remote Sens. 2:43–48.

Raun W.R and Johnson, G.V., 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. Agron J., 91:357-363.

Raun, W.R., Solie, J.B., Johnson, G.V., Stone, M. L., Mullen, R.W., Freeman, K.W., Thomasson, W.E. and Lukina E.V. 2002. Improving nitrogen use efficiency in cereal grain production with optical sensing and variable rate application. Agronomy Journal 94, 815- 820.

Robinson, H.C., Lawler, M.R., Chenoweth, W.L. and Garwick, A.E. 1986. Proteins and Amino Acids, pp 44-63, in Normal and Therapeutic Nutrition, McMillan Publishing Company, NewYork.

Schipper, A., 1991. Modifications of the dough physical properties of various wheat cultivars by environmental influences. Agribiological Research 44, 114-132.

Slafer, G.A., Andrade, F.H., and Feingold, F.E., 1990. Genetic improvement of bread wheat (Triticum aestivum L.) in Argentina: Relationships between nitrogen and dry matter. Euphytica 50:63–71.

Slafer, G.A., Satorre, E.H., Andrate, F.H., 1994. Increases in grain yield in bread wheat and associated physiological changes.In: Impovement of Field Crops (G.A.Slafer, ed.). Marcel Dekker: pp. 1-68.

Smika, D.E. and Greb, B.W. 1973. Protein content of winter wheat grain as related to soil and climatic factors in the semiarid Central Great Plains. Agron. J. 65:433-436.

Smika, D.E. and Grabouski, P.H. 1976. Anhydrous ammonia applications during fallow for winter wheat production. Agron. J. 68:919-922.

Smil, V., 1997. Global population and nitrogen cycle. Sci. Am. 277, 76-81.

Soper, R.J., Racz, G.J., and Fehr, P.I. 1970. Nitrate nitrogen in the soil as a means of predicting the fertilizer nitrogen requirements of barley. Can. J. Soil Sci. 51:45-49.

Sowers, KE., Pan, W.L., Miller, B.C., Smith, J.L., 1994. Nitrogen use efficiency of split nitrogen applications in soft white winter wheat. Agronomy Journal 86, 942-948.

Steven, M.D., Malthus, T.J. Demetriades-Shah, T.H., Danson, F.M., and Clarck, J.A. 1990. Highspectral resolution indices for crop stress. p. 209–228. In M.D. Steven and J.A. Clarck (ed.) Applications of remote sensing in agriculture. Butterworths, London.

Van Ginkel, M., Ortiz-Monasterio, I., Trethowan, R., Hernandez, E., 2001. Methodology for selecting segregating populations for improved N-use efficiency in bread wheat. Euphytica, 119, 223-230.

Van Keulen, H., Goudriaan, J., and Seligman, N.G., 1989. Modeling the effects of N on canopy development and crop growth. p. 83–104. In G. Rusell vd. (ed.) Plant canopies: Their growth, form and function. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.

Van Sanford, D.A., and Mac Kown, C.T., 1986. Variation in nitrogen use efficiency among soft red winter wheat genotypes. Theoretical and Applied Genetics 72, 158-163.

Van Sanford, D.A., and Mac Kown, C.T., 1987. Cultivar differences in nitrogen remobilization during grain fill in soft red winter wheat. Crop Science 27, 295-300.

Wright, D.L., Rasmussen, V.P. Neale, C.M.U., Harman, K., Searle, G., Grant, D., and Holle, C., 2001. A comparison of nitrogen stress detection methods in spring wheat. Third International Conference on Geospatial Information in Agriculture and Forestry Conference Proceedings. Denver Colorado. November 5-7, 2001.

Wright, D.L., and Ritchie, G.L., 2002. A Midseason Nitrogen Application Based on Remote Sensing. Affiliated Research Center NASA Report ARC-USU-001-01.

Zadoks, J.C., Chang, T.T., and Konzak, C.F., 1974. A decimal code for the growth stage of cereals. Weed Res. 14:415–421.

Zhu, J. and Khan, K. 2001. Effects of genotype and environment on glutenin polymers and breadmaking quality. Cereal Chemistry 78: 125-130.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Uğur YEGÜL
Dogum Yeri : Türkiye
Dogum Tarihi : 25.08.1983
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ankara Bahçelievler Cumhuriyet Süper Lisesi, Türkiye – 2001
Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Teknolojileri Mühendisliği A.B.D - 2007
Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı (2007 - Ağustos 2010)

Çalıştığı Kurum ve Yıl

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü – 2010 - Halen

Yayınlar (SCI)

Türker, U., Talebpour, B. and **Yegül, U.**, 2011. Determination of the relationship between apparent soil electrical conductivity with pomological properties and yield in different apple varieties. Žemdirbystė (Agriculture), 98(3), 307-314.

Hakemli Dergiler

Yegül, U., Talebpour, B., Çolak, A., Türker, U. 2015. Kışlık Buğdayda Değişken Oranlı Makinalı Azot Uygulamaları İçin Mevsim İçi Azot Durumuna Dayalı Verim ve Protein Tahminine Yönelik Sensör Yansıma İndekslerinin Geliştirilmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science). ISSN:1306-0007, Vol.11 (3):239-246.

Seyhan, T.G., Eminoğlu, M.B., **Yegül, U.**, 2015. Çalışma Duruşlarının Değerlendirilmesinde Kinect™ Sensörün Kullanım Olanakları. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 3 (3), ÖS: Ergonomi2015, 541-544, 2015 ISSN: 1308-6693

Talebpour, B., Türker, U., **Yegül, U.**, 2015. The Role of Precision Agriculture in the Promotion of Food Security. International Journal of Agricultural & Food Research, ISSN 1929-0969 | Vol. 4 No. 1, pp. 1-23 (2015)

Yegül, U., Eminoğlu, M.B., Orel, O., Çolak, A., 2014. Determination of Equivalent Stress and Total Deformation in Different Types of Harrows. 12th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture (ADAGENG2014)" to be held in Cappadocia-Nevsehir-TURKIYE from September 3-6, 2014. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science). ISSN:1306-0007, Vol.10 (1):65-71.

Talebpour, B., Türker, U., **Yegül, U.**, 2014. Modeling of In-Season Sugar Beet Nitrogen Requirement Using Optical Sensor. 12th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture (ADAGENG2014)" to be held in Cappadocia-Nevsehir-TURKIYE from September 3-6, 2014. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science). ISSN:1306-0007, Vol.10 (2):145-151.

Yegül, U., Türker, U., Talepbour, B., 2011. Determination of Some Soil Parameters with Electromagnetic Induction Sensor. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science). ISSN:1306-0007, Vol.7 (1):19-25.

Yegül, U., Türker, U., Talepbour, B. 2011. Determination of Some Soil Parameters with Electromagnetic Induction Sensor. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science). ISSN:1306-0007, Vol.7 (1):19-25.

Ulusal Kongre Sunum

Seyhan, T.G., Eminoğlu, M.B., **Yegül, U.**, 2015. Çalışma Duruşlarının Değerlendirilmesinde Kinect™ Sensörün Kullanım Olanakları. 21. Ulusal Ergonomi Kongresi, Ankara, 2015.

Eminoğlu, M.B., **Yegül, U.**, Koç, C., Acar, A.İ., Öztürk, R., 2015. Tarım Arabaları İle Güvenli İşçi Taşınması Amacıyla Tasarlanan İki Oturma Düzeneğinin Bilgisayar

Ortamında Deformasyon Açısından Analizi. 29. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, 02-05 Eylül 2015 Diyarbakır, Bildiri Kitabı.

Seyhan, T.G., Eminoğlu, M.B., **Yegül, U.**, Ayık, M., 2015. Şebeke Bağlantılı Yenilenebilir Enerji Sistemleri. 29. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, 02-05 Eylül 2015 Diyarbakır, Bildiri Kitabı.

Yegül, U., Eminoğlu, M.B., Koç, C., Seyhan, T.G., Çolak, A., 2015. Farklı Tipte Kültivatör Ayaklarında Eşdeğer Gerilme ve Toplam Deformasyon Değerlerinin Belirlenmesi. 29. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, 02-05 Eylül 2015 Diyarbakır, Bildiri Kitabı.

Eminoğlu, M.B., Orel, O., **Yegül, U.**, Koç, C., Öztürk, R., Acar, A.İ., 2014. Tarım Arabası ile İşçi Taşımada Güvenli Bir Model Tasarlanması. 20. Ulusal Ergonomi Kongresi, Ankara, 2014.

Kahya. N., **Yegül. U.**, Çolak. A., 2012. Yem Konservasyonunda Mekanizasyon, 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, Samsun.

Yegül, U., Türker, U. 2011. Tarımda Kullanılan Sensör Teknolojilerinin Geleceği. Geleceğin Teknolojileri Sempozyumu ve Sergisi. Sayfa:161-165, 20-21 Ekim 2011, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

Uluslararası Kongre Sunum

Eminoğlu, M.B., **Yegül, U.**, 2012. Comparison of Postural Discomfort during Hoeing Operation with Two Different Machinery Combinations, International Conference of Agricultural Engineering CIGR-AgEng2012 – Valencia.

Beyaz. A, **Yegül, U.**, 2012. Kinematic Analysis of Fingered Type Mounted Mower Crank Mechanism by Using MSC ADAMS Software, International Conference of Agricultural Engineering CIGR-AgEng2012 – Valencia – 2012.

Araştırma Projeleri

TÜBİTAK 1002 Hızlı Destek Programı.

Kışlık Buğdayda Değişken Oranlı Makinalı Azot Uygulamaları İçin Mevsim İçi Azot Durumuna Dayalı Verim ve Protein Tahminine Yönelik Sensör Yansıma İndekslerinin Geliştirilmesi

Busiyer, Başlangıç: 01.02.2014 – Bitiş: 01.02.2015, Proje Bütçesi: 28245 TL

TÜBİTAK 1002 Hızlı Destek Programı.

Sensör Yardımıyla Şekerpancarında Verim Ve Şeker Kalitesine Etkili Azot Yansıma İndekslerinin Değişken Oranlı Gübre Makine Uygulamaları İçin Geliştirilmesi

Araştırmacı, Başlangıç: 15.05.2013 – Bitiş: 15.05.2014, Proje Bütçesi: 29750 TL