



Sulu Şartlarda Ekmeklik Buğdayda Başaklanma Döneminde Yaprak Solüsyon Uygulamasının Tane Protein Kapsamı Üzerine Etkisi

Erdinç Savaşlı^{1*}, Oğuz Önder¹, Cemal Çekiç¹, Hasan Müfit Kalaycı¹, Ramis Dayıoğlu¹, Yaşar Karaduman¹, Fatma Gökmen², Nesim Dursun², Sait Gezgin²

¹Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü 26200 Eskişehir, Türkiye

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 42250 Konya, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş 19 Haziran 2017

Kabul 19 Aralık 2017

Anahtar Kelimeler:

Buğday

Protein

Yaprak solüsyonu

Yaprak azot(TN)

Gluten kalitesi

*Sorumlu Yazar:

E-mail: erdinc.savasli@tarim.gov.tr

Ö Z E T

Bu çalışma, 2008-2010 yılları arasında Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü ve Selçuk Üniversitesi iş birliğinde TÜBİTAK tarafından desteklenen araştırma sonuçlarına göre, sulu koşullarda Bezostaya1 ekmeklik buğday çeşidiyle, erken dönem azot uygulaması (ekim + kardeşlenme) 0, 4, 8 ve 12 kg N da⁻¹, başaklanma zamanında ise yaprak solüsyonu (üre formunda) olarak 0, 2, 4 ve 6 kg N da⁻¹ seviyeleri karşılaştırılmıştır. Araştırmada, geleneksel azotlu gübre uygulama zamanında (ekim + kardeşlenme) uygulanan değişik azot seviyeleri başaklanma zamanında bayrak yaprak klorofil kapsamı (SPAD) ve bayrak yaprak toplam azot kapsamı (TN) açısından bir varyasyon yaratılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, başaklanma zamanında yapraktan uygulanan azotun tane protein kapsamında en az %1 artış sağlayacağı NSPAD kritik eşik değerleri, Bezostaya1 için 0,95 olarak bulunmuştur. TN için bulunan kritik eşik değerleri ise, Bezostaya1 için %4,31 olmuştur. Her bir kg da⁻¹ N miktarının tane protein kapsamında sağladığı artış, Bezostaya1 için, erken kullanımda %0,18, geç kullanımda %0,30 olmuştur. Ayrıca, protein ve ilgili kalite unsurları üzerine hem erken, hem de geç azot kullanımı etkili olmakla birlikte, başaklanma döneminde yapraktan solüsyon olarak uygulamanın daha etkili olduğu belirlenmiştir. Bu özelliklerden, tane protein kapsamı ile SDS sedimentasyon ($r=0,93^{**}$), Uzama kabiliyeti ($r=0,96^{**}$), uzayabilirlik ($r=0,96^{**}$), hamur gelişme süresi ($r=0,87^{**}$), tolerans değeri ($r=0,56^{**}$) ve enerji değeri ($r=0,89^{**}$) parametreler arasında istatistiki olarak önemli düzeyde korelasyon vermiştir.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(1): 84-90, 2018

The Effects of Foliar Nitrogen Treatments at Heading Stage on Grain Protein Contents of Bread Wheat Cultivars in Irrigated Condition

ARTICLE INFO

Research Article

Received 19 June 2017

Accepted 19 December 2017

Keywords:

Wheat

Protein

Foliar solution

Leaf Nitrogen(TN)

Gluten quality

*Corresponding Author:

E-mail: erdinc.savasli@tarim.gov.tr

ABSTRACT

This study, conducted by Transitional Zone Agricultural Research Institute in Eskişehir and Selçuk University and was a work packet of TUBİTAK funded project in 2008-2010 growing season. In this study, with using bread wheat cultivars (Bezostaya1) in irrigated condition, it was compared that 0, 4, 8 and 12 kg N da⁻¹ in the early period nitrogen application, both planting and tillering stage and 0, 2, 4 and 6 kg N da⁻¹ solution form using (Urea form) in heading stage. In this study, through with different nitrogen rates in traditional nitrogen application time a variation was created in terms of SPAD and TN at heading stage. According to results of the study, in irrigated conditions, it was found that application of nitrogen from leaves in heading stage can increase the protein content at least 1 % and the critical threshold value of NSPAD was 0.95 for Bezostaya1, on the other hand the critical threshold value of TN critical was % 4.31 for Bezostaya1 in same condition. The using of every 1 kg da⁻¹ of N was increased 0.18 % in early application and 0.30 % in late application for Bezostaya1 in grain protein content. Although both early and late applications was effective for protein content and related quality compounds, the application of leaf solution in heading stage was more dominant. From these properties, it has provided a significant high correlation in the level of protein content with SDS sedimentation($r=0,93^{**}$), elongation ability($r=0,96^{**}$), extensibility($r=0,96^{**}$), duration of dough development($r=0,87^{**}$), tolerance value ($r=0,56^{**}$), and energy value($r=0,89^{**}$).

DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i1.84-90.1378>

Giriş

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 × çevre × uygulama interaksyonları görüldüğü rapor edilmiştir (Zhu ve Khan, 2001).

Türkiye'de sulu kışlık buğday tarımında genel olarak azotlu gübre ekimle birlikte, kardeşlenmede ve nadiren geç dönem başaklanma döneminde azotlu gübreleme yapılmaktadır. Azotu çiftçinin ne zaman kullandığı değil, bitkinin ne zaman kullandığıdır. Bu konudaki literatür bildirilerinde farklı görüşler ileri sürülmüştür. Buna göre, tüm gelişme dönemince alınan azotun en az %80'inin vejetatif gelişme döneminde alınarak tozlanma döneminde bitkide mevcut olduğunu (Austin ve ark., 1977; Heitholt ve ark., 1990), bunun muhtemelen tane doldurma döneminde kök aktivitesinin azalması ve azot alımının sınırlanmasıyla ilgili olduğunu (Frederick ve Bauer, 1999) ileri süren araştırmacılar olduğu gibi, buğdayın tozlanmadan sonra da azot alımına devam ettiğini (Oscarson ve ark., 1995; Van Sanford ve MacKown, 1987), koşullara göre, toplam azot alımının %8 ile 35'ini tozlanmadan sonra gerçekleştirdiğini (Van Sanford ve MacKown, 1987), çünkü köklerin en son kuruyan organlar olup tane doldurma sırasında aktivitelerini devam ettirdiklerini (Peoples ve Dalling, 1988) bildiren araştırmacılar da olmuştur. Ülkemizde yapılan bir çalışmada da, yapraktan üre uygulamasının buğday çeşitlerinde en yüksek tane protein oranlarını verdiği görülmüştür (Topal ve ark., 1997). Westcott ve ark. (1997) Montana'da sulu koşullarda yazlık buğdayla yaptığı çalışmada NSPAD değerinin 0,93-0,95 düzeyine düşmesi halinde ek gübrelemenin proteini arttırdığını, 0,89 NSPAD değerinde bu artışın %1'i bulunduğunu belirtmektedir. Yine Aynı araştırmacılar, aynı çalışmada, bayrak yaprak azot (TN) değerleriyle de ek azota karşılık arasında yüksek korelasyon bulmuşlar ve bu değerlerin %4,2-4,3'ün altında olması halinde buğdayın tane proteini açısından ek azota karşılık vereceğini bildirmişlerdir. Kuru şartlarda yürütülen bir çalışmada, başaklanma zamanında yapraktan solusyon olarak uygulanan azotun tane protein kapsamında en az %1 artış sağlayacağı NSPAD kritik eşik değerleri, Bezostayal için 0,96, Gerek79 için 0,94, bayrak yaprak azot (TN) için bulunan kritik eşik değerleri Bezostayal için %4,22, Gerek 79 için 3,75 olarak kaydedilmiştir (Savaşlı ve ark., 2017).

Bu çalışmanın amacı, başaklanma zamanında uygulanan üre yaprak solusyon uygulamalarının tane protein kapsamı üzerine etkisi araştırılarak tane protein artışı için yaprak toplam azot ve NSPAD kritik eşik değerlerinin belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

2008-2010 yılları arasında Eskişehir'deki Enstitüsü tarlalarında 3 yıl yürütülen bu çalışmada, 3 faktör olup, ana parseller azot uygulama zamanı (yarısı ekimle, yarısı kardeşlenmede) toprağa uygulanan 0, 4, 8 ve 12 kg N da⁻¹ azot seviyeleri, alt parseller azotun uygulama şekli başaklanma zamanı i-) SS: Sulama suyuna karıştırarak

uygulama (pülverize, ve damlacık çapı küçük olan) ii-) YS: Yaprak solusyon uygulama (atomize formunda verilen azotun uygulama) şekli, 3. faktör alt alt parseller başaklanma zamanında (geç azot) 0, 2, 4 ve 6 kg N da⁻¹ seviyesinde sulama suyuna karıştırarak ve yaprak solusyon uygulama şeklinde Tesadüf Bloklarında Bölünen Bölünmüş Parseller deseninde ve 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sadece başaklanma döneminde bayrak yaprak klorofil değerlerinde ve SPAD okumaları için varyasyon yaratma amacını güden erken (ekimle, kadeşlenme döneminde topraktan) dönemde topraktan farklı azot gübre dozları uygulanmıştır. Son dönemde (başaklanma dönemi) ise en uygun gübre üre olduğundan, hem sulama suyuna karıştırma hem de yaprak solusyon uygulamalarında üre formu kullanılmıştır. Yaprak solusyonlarının uygulanmasında azotlu gübre atomizör ile %4'lük üre solusyonları halinde 2 kg N da⁻¹ için 40 litre dekar olmak üzere 4 ve 6 kg N da⁻¹ için 80 litre ve 120 litre dekar solusyon 1 hafta arayla 2 defada verilirken, sulama suyuna karıştırarak pülverizatör ile yaprak yanma tehlikesi olmadığından sulama öncesinde (80, 160, 240 litre dekar solusyon) bir defada verilmiştir.

Bu çalışmada, Bezostayal ekmeklik buğday çeşidi 450 tane metreka⁻¹ tohum sıklığı kullanılmıştır. Deneme parselleri ekilişte 1,3 × 7 = 9,1 metreka², hasatta ise 1,3 × 5 = 6,5 metreka² olarak alınmıştır. Yapraktan solusyon uygulamaları başaklanma zamanında yapılan sulamayla yapılmıştır. Sulama öncesinde, toprağın 0-90 cm profil derinliğini tarla kapasitesine getirmek için gerekli su miktarı belirlendikten sonra, parsel başına gereken su sırt atomizörleriyle verilerek çiftçinin yağmurlama suyuna karıştırma uygulamasına yakın bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Denemede de fosfor Triple Süper Fosfat formunda ve toprak analiz sonuçlarına göre uygulandıktan sonra, ekimdeki azot uygulamalarında amonyum sülfat, ilkbaharda ise çiftçi uygulamalarına paralellik olması bakımından amonyum nitrat kullanılmıştır.

Bugün yaygın olarak kullanılan Minolta SPAD-502 klorofilmetre (Markwell ve ark., 1995), yaprakların klorofil yoğunluğunu SPAD birimi olarak vermekte ve genellikle değerlendirmeler bu birim üzerinden yapılmaktadır. Başaklanma zamanında SPAD okumaları, her bir parselden rastgele seçilen 10 bitkinin ana saplarındaki bayrak yapraklarında ve 3 ayrı kesimde yapılan okumaların ortalaması alınarak yapılmıştır. Parsellerden bu şekilde elde olunan SPAD değerleri, aynı genotipin en yüksek dozda gübrelenen parsellerinden elde olunan SPAD değerlerine bölünerek relatif olarak ifade edilmiştir ki buna normalizasyon işlemi adı verilmektedir. Buna göre:

$$\text{NSPAD} = \text{SPAD (parsel)} / \text{SPAD (maximum)} \quad (1)$$

NSPAD: Normalize edilmiş SPAD

Ana sap bayrak yaprakları seçilerek her parselden alınan 30 yaprakta, Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü tarafından Dumas Metoduna göre (AACC, 2000) toplam azot tayinleri yapılmıştır.

Perten 3100 değirmeni (Retsch,Haan,Germany) ile 0,5 mm partikül iriliğinde kırmaya (tam tane ununa) Chopin CD1 değirmeni un öğütmede kullanılmıştır.

Alveograf özellikleri modifiye AACC 54-30'a göre değerlendirilmiştir (Anonymous, 2000). Öncelikli olarak su absorpsiyon değerleri AACC 54-50'ye göre konsistograf ile belirlenmiş alveograf testinde bu su absorpsiyon değerleri kullanılmıştır (Anonymous, 2000). CIMMYT-SDS (C-SDS) sedimentasyon analizi Pena vd. (1990) belirtilen metoda göre 25 ml test tüplerinde yapılmıştır.

Araştırmanın Enstitümüzde yürütülmüş olduğu yıllara ait yağış miktarları Çizelge 1'de verilmiştir. Toprak analizleri örnekleri kurutulmadan araziden alındığı nemde Bremner (1965) tarafından önerilen 2 farklı yöntemle NO₃ ve NH₄+NO₃ azotu analizleri yapılmıştır. Bu örneklerde elde olunan analiz sonuçlarından, deneme kurulan alanlara ait veriler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2'de görüldüğü gibi deneme alanlarının toprak nitrat azotu orta düzeydedir. Deneme yerleri seçilmeden

önce örnek alınan tarlalardan bu özellikleriyle seçilmişlerdir. Deneme yeri topraklarının killi bünyeye ve orta (%1-2) düzeyde organik madde içeriğine sahip olduğu da görülmektedir. Ayrıca deneme yeri toprakları orta (%5-15) ve fazla (%15-25) kireçli, hafif alkalın reaksiyonlu, düşük tuzlu veya tuzsuzdur.

Verilerin analizi

Verilerin istatistiksel analizi JMP istatistik programı (JMP, 2016: JMP Users Guide. Version 13.0.0, SAS Institute Inc., Cary, NC,USA.) aracılığıyla yapılmıştır. Varyans analizi aracılığıyla uygulama etkilerinin önemlilik derecesi test edildikten sonra, ortalamaların karşılaştırılmasında Student's t yöntemi kullanılmıştır. Varyans analizini takiben regresyon ve korelasyon analizlerine başvurulmuştur. Bu denemeye özel olarak, tane proteinine erken ve geç uygulamaların görece etkilerini karşılaştırmak üzere Stepwise yöntemiyle çoklu regresyon analizine başvurulmuştur.

Çizelge 1 Enstitüde ölçülen yağış miktarları (2007-2010).

YILLAR	EYL	EKM	KAS	ARA	OCK	ŞUB	MAR	NİS	MAY	HAZ	TEM	AĞS	Yıllık Top.(mm)
Uzun yıl	14,7	25,2	30,6	45,6	38,4	32,6	33,3	35,0	42,1	29,3	13,8	6,5	347
2007-08	0,0	19,2	92,4	49,9	15,7	1,0	42,4	38,5	11,7	9,3	0,0	5,5	286
2008-09	30,7	6,4	49,6	34,5	66,3	82,0	40,9	28,0	15,4	10,2	19,4	2,0	385
2009-10	7,1	9,0	29,5	65,1	36,0	42,8	32,6	23,9	20,7	79,0	7,4	0,9	354

Çizelge 2 Deneme yerlerinden alınan toprakların kimyasal özellikleri (0-30 cm).

Toprak özellikleri	Birimi	2007 MÜES	2008 MÜES	2009 MÜES
*Tekstür Sınıf		C	C	C
pH (1:2.5.Toprak:Su)		7,83	7,52	7,54
EC (Tuz) (1:5,Toprak:Su)	(µS/cm)	156,1	140	230
CaCO ₃ (Kireç)	(%)	10,9	9,6	8,0
Organik Madde	(%)	1,13	1,1	1,77
Fosfor (P)	mg kg ⁻¹	33,3	32,1	27,8
Potasyum (K)	mg kg ⁻¹	671,8	666,7	493
Fenoldisülfonik Asit Metodu (NO ₃)	mg kg ⁻¹	2,42	3,30	0,46
KCl ile Ekstraksiyon Metodu(NH ₄ ⁺ , NO ₃)	mg kg ⁻¹	10,52	15,90	7,5

* C = Killi (Clay).

Bulgular ve Tartışma

Çizelge 3' den de görüldüğü gibi, tane verimi üzerine erken dönem azot uygulamaları önemli olmuş, genel ortalama olarak erken azot kullanımına verim açısından karşılığın 426 kg da⁻¹ ile 4 kg N da⁻¹ seviyesinde olduğu daha sonraki artan 8 ve 12 kg N da⁻¹ azot dozlarında ise verimde artış olmadığı (425 – 427 kg da⁻¹) istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Geç dönem yaprak azot uygulamalarında yaprakta azot uygulanmayan kontrol parselinde ortalama verim 407 kg da⁻¹ olurken, yaprakta 6 kg N da⁻¹ seviyesinde ortalama verim 412 kg da⁻¹ gerçekleşmiş ve yaprakta azot uygulamalarının tek başına verim üzerine etkili olmadığı anlaşılmıştır. Yaprak solüsyonlarının pülverizatör (sulama) ve atomizör kullanılarak karşılaştırıldığı uygulama yöntemlerinde pülverizatörde ortalama verim 409 kg da⁻¹, atomizörde ise 411 kg da⁻¹ gerçekleşmiş olup uygulama yönteminin verim üzerine etkili olmadığı anlaşılmıştır (Çizelge 3).

Bu çalışmanın asıl amacı, başaklanma zamanında kullanılan azotun tane veriminden çok, bütün dünyada da üzerinde yoğun çalışmalar yapılan, tane protein kapsamı üzerine etkisini belirlemektir.

Tane Protein Kapsamları

Protein miktarı genotipik faktörler ve toprak azotu ve iklim koşulları gibi çevresel faktörlere bağlı olup (Bushuk,1988) kompozisyonu ile birlikte hamur özellikleri ve ürünün pişirme, tekstür ve görünüm özelliklerini belirleyen temel bir faktördür (Carson ve Edwards, 2009)

Çizelge 4' deki veriler erken (toprakta) ve geç dönemde (yaprakta) uygulanan azotun da tane protein oranındaki artışta istatistiksel olarak önemli düzeyde etkili olduğunu görülmektedir. Pülverizatör ve atomizörden oluşan uygulama yöntemleri arasında tane protein kapsamını yönünden bir farklılık görülmemiştir

(Çizelge 4). Çizelge 4' te görüleceği üzere hiç azotlu gübre kullanılmayan kontrol parsellerinde bile 343 kg da⁻¹ verim ile tane protein kapsamı %12,9 olurken, topraktan 8 kg N da⁻¹ yapraktan 6 kg N da⁻¹ uygulama seviyesinde tane verimi 424 kg da⁻¹ tane protein kapsamı ise %15,5'e yükselmiştir. Çizelge 2' de de görüldüğü gibi toprak analiz sonuçlarına göre topraktaki inorganik azot kapsamının yüksek olduğu görülmektedir.

Hiç azotlu gübre verilmeyen kontrol parsellerinde 3 denemenin ortalaması olarak, %12,9 tane protein kapsamına sahipken, en yüksek protein kapsamı elde olunan uygulamalar itibariyle, Bezostaya1'in tane protein kapsamı %2,6'lık artışla %15,5'e yükselmiştir. Her iki maksimum değer de en yüksek azotlu gübre kombinasyonunun kullanıldığı 8 kg N da⁻¹ erken + 6 kg N da⁻¹ geç azot uygulamasıyla elde olunmuştur. Erken ve geç kullanımların tane proteinine katkılarını karşılaştırdığımızda, her bir birim azotun, proteinde sağladığı artış geç kullanımda daha fazla olmuştur. Bu durumda, bu iki kullanım zamanlarının tane protein kapsamına göreli katkılarını hesaplayabilmek için, STEPWISE yöntemiyle çoklu regresyon analizine başvurulmuş ve aşağıda verilen denklem elde olunmuştur

BEZOSTAYA1

$$TP = 12,9 + 0,18 \times E.A. + 0,32 \times G.A. - 0,016 \times (E.A. \times G.A.)$$

(R² = 0,913**, n = 16) (2)

TP =Tane proteini (%)

E.A =Erken azot (kg N da⁻¹)

G.A =Geç azot (kg N da⁻¹)

Denklemlerde eşitlik 2'den de görüldüğü gibi, her bir kg da⁻¹ N miktarının tane protein kapsamında sağladığı artış, Bezostaya1 için, erken kullanımda %0,18, geç kullanımda %0,32 olmuştur. Bu beklenen bir sonuç olarak değerlendirilmiştir, çünkü geç dönem azot uygulamalarının tane protein kapsamı üzerine daha etkili olduğuna ilişkin çok sayıda araştırma bulgusu vardır (Finney ve ark., 1957; Strong, 1982; Wuest ve Cassman, 1992). Eşitlik 2' incelendiğinde, erken ve geç kullanımlar arasındaki negatif interaksyonun da denklemlere girdiği görülmektedir. Bunun anlamı, erken dönemde kullanılan azot miktarı arttıkça, geç dönemde uygulanan azotun tane protein kapsamına katkısı azalmaktadır. Buradan da erken kullanım belli bir düzeyi geçtiğinde, geç kullanımın önemli bir katkı sağlamayabileceği sonucu çıkmaktadır.

Bu denemenin sonuçları ilişkinin varlığını ve düzeyini göstermekle birlikte, yine de verilen denklemler bu denemenin yürütüldüğü koşulları temsil etmektedir.

Geç dönemde yapılan azot uygulamalarının etkili olup olmayacağı, uygulamanın yapıldığı andaki bitkinin azotla beslenme durumuna bağlı olduğundan, bu konuda değişik yöntemler geliştirilmiş olup, bunlardan en yaygın kullanılanlar, başaklanma zamanında bayrak yaprak toplam azotu (TN) kapsamını belirlemek (Doerge ve ark., 1991; Westcott ve ark., 1997); ya da yaprak klorofil yoğunluklarının yaprak azot kapsamıyla çok yakın ilişki verdiği belirlendiğinden (Peng ve ark., 1996), yaprak klorofil yoğunluklarını ölçen klorofilmetre kullanımı (Markwell ve ark., 1995; Westcott ve ark., 1997) olmaktadır.

Bu yaklaşımlarda, geç uygulamaya karşılık almanın beklenebileceği en yüksek TN veya NSPAD değerleri kritik eşik olarak tespit edilmektedir. ABD' de Montana' da yapılan bir çalışmada da 0,93-0,95 NSPAD değerleri kritik eşik olarak tespit edilmiş olmakla birlikte, o çalışmada %1 protein artışının ancak NSPAD değeri 0,89'a düştüğünde mümkün olduğu görülmüştür (Westcott ve ark., 1997). NSPAD için bulunan kritik eşik değerleri normalizasyon işlemi dolayısıyla çoğu çeşit için kullanılabilir olduğu halde, TN için kritik eşik değerlerinin genotipler arası farklılık dolayısıyla her genotip için ayrı ayrı bulunması veya bu değerlerin de NSPAD gibi maksimumun yüzdesi olarak ifade edilmek suretiyle normalizasyon işlemine tabi tutulması gerekmektedir.

Montana'da yapılan iki çalışmadan ilkinde TN için kritik eşik %4,2-4,3 olarak bulunurken (Westcott ve ark., 1997), ikincisinde de yine %4,2 bulunmuştur (Lorbeer ve ark., 2000). Sulu koşullarda yaprak solüsyonu denemesinde erken ve geç dönemde kullanılan azotlu gübre dozlarının başaklanma zamanındaki SPAD, NSPAD, TN değerleri ve protein artışı üzerine etkisi olduğu Çizelge 5' de görülmektedir.

Sulu koşullardaki ekonomik değerlendirmelerde, 3 yılın ortalama NSPAD değerleri çok dar sınırlar içinde değiştiğinden ve bu değerlerin dışındaki NSPAD değerleri için ekstrapolasyon yöntemiyle doz belirlemek uygun bulunmadığı için, 0,93 NSPAD için 4,3 kg N da⁻¹, 0,94 NSPAD için 2,8 kg N da⁻¹ ve 0,95 NSPAD için 2,0 kg N da⁻¹ kritik eşik olarak belirlenen 0,95 NSPAD değerleri arasında hesaplanan ekonomik azot dozları verilmiştir.

Çizelge 3 Bezostaya1 çeşidiyle yürütülen erken dönemde ve yapraktan uygulanan azotun tane verimi üzerine etkisi (3 yıl)

Erken Azot (kg N da ⁻¹)	Azot Geç (kg N da ⁻¹)										Ortalama
	0		2		4		6		Ortalama		
	SS	YS	SS	YS	SS	YS	SS	YS	SS	YS	
0	315	372	370	373	423	360	334	357	361	365	363 ^b
4	422	452	397	399	438	425	425	447	420	431	426 ^a
8	418	430	421	392	420	470	424	424	421	429	425 ^a
12	420	427	434	414	424	409	452	437	432	422	427 ^a
Ortalama	393	420	405	395	426	416	409	416	409	412	410
Ortalama	407		400		421		412		410		

DK (%):9,2; AÖF (0,05) Erken=46,4*; AÖF (0,05) Geç=Ö.D; AÖF (0,05) Yöntem= Ö.D; AÖF (0,05) Erken*Geç= Ö.D; SS: Sulama suyuna karıştırarak uygulama (pülverize, ve damlacık çapı küçük olan); YS: Yaprak solüsyon uygulaması (atomize formunda verilen azotun uygulama);

** : %1 düzeyinde önemli * : %5 düzeyinde önemli Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4 Bezostayal çeşidiyle yürütülen erken ve geç dönemde yapraktan uygulanan azotun tane protein kapsamı üzerine etkisi (3 yıl).

Erken Azot (kg N da ⁻¹)	Azot Geç (kg N da ⁻¹)										Ortalama
	0		2		4		6		Ortalama		
	SS	YS	SS	YS	SS	YS	SS	YS	SS	YS	
0	12,8	13,0	13,2	13,7	13,6	13,9	14,1	14,4	13,4	13,8	13,6 ^c
4	13,2	13,6	14,9	14,1	15,1	14,7	15,6	15,1	14,7	14,4	14,5 ^b
8	15,1	13,9	15,5	14,3	15,7	14,6	15,8	15,2	15,5	14,5	15,0 ^a
12	15,1	14,7	15,4	15,0	15,5	15,0	15,9	14,8	15,5	14,9	15,2 ^a
Ortalama	14,0	13,8	14,7	14,3	15,0	14,6	15,3	14,9	14,8	14,4	14,6
Ortalama	13,9 ^d		14,5 ^c		14,8 ^b		15,1 ^a		14,6		

DK (%):3,2, AÖF (0,05) Erken=0,28* AÖF (0,05) Geç=0,27*, AÖF (0,05) Yöntem= Ö.D, AÖF (0,05) Erken*Geç=0,54*; SS: Sulama suyuna karıştırarak uygulama (pülverize, ve damlacık çapı küçük olan); YS: Yaprak solüsyon uygulaması (atomize formunda verilen azotun uygulama); **: %1 düzeyinde önemli *: %5 düzeyinde önemli Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 5 Sulu koşullarda yaprak solüsyonu denemesinde erken ve geç dönemde kullanılan azotlu gübre dozlarının başaklanma zamanındaki SPAD, NSPAD, TN değerleri ve protein artışı üzerine etkisi (3 Yıl).

Azot (E.A) (kgN da ⁻¹)	SPAD	TN (%)	NSPAD	BAYRAK TN(%) YAPRAK	Protein Artışı (%)
0	40,9 ^d	3,94 ^d	0,93	3,94	1,3
4	43,0 ^c	4,09 ^c	0,93	4,09	2,0
8	44,7 ^b	4,26 ^b	0,95	4,26	1,0
12	45,9 ^a	4,54 ^a	0,99	4,54	0,4
Ortalama	43,7	4,22			
DK (%)	4,5	4,1			
AÖF (0,05)	1,1*	0,11*			

**: %1 düzeyinde önemli *: %5 düzeyinde önemli Ö.D.: Önemli değil (E.A: Erken Azot uygulama)

Çizelge 6 Sulu koşullarda yaprak solüsyonu denemesinde erken ve geç dönemlerde kullanılan azotlu gübre dozlarının kalite parametreleri üzerine etkisi (3 yıl ortalaması)

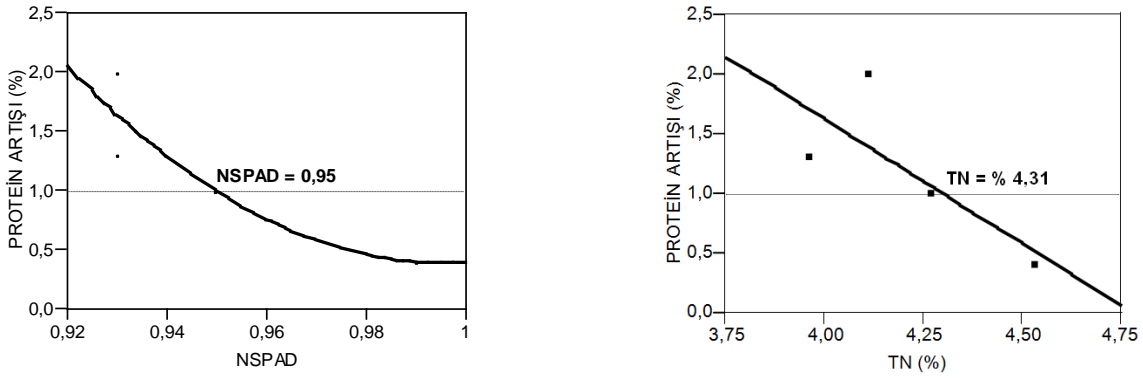
Azot Dozu (Kg N da ⁻¹)	SDS (ml)	TPR MAX Değeri(s)	Su kal. Değeri (%)	Uzama kab. Değ.i A (mm)	Uzayabilirlik Değeri (EX)	Enerji Değeri (J)
Azot (ERKEN) (kg N da ⁻¹)						
0	9,5 ^b	148,3 ^b	55,6	114,0 ^b	23,4 ^b	130,1
4	9,8 ^b	160,7 ^{ab}	56,2	124,2 ^{ab}	24,6 ^a	137,4
8	10,4 ^a	169,2 ^a	55,7	132,4 ^a	25,3 ^a	141,8
12	10,5 ^a	175,7 ^a	55,8	133,2 ^a	25,5 ^a	147,1
Ortalama	10,1	163,9	55,8	126,3	24,7	139,3
DK (%)	7,2	8,4	11	8,1	4,6	6,4
AÖF (0,05)	0,41*	14,1*	Ö.D	14,9*	1,07*	Ö.D
Azot (GEÇ) (kgN da ⁻¹)						
0	9,2 ^c	145,1 ^b	55,2	108,8 ^d	22,8 ^d	131,0 ^c
2	9,8 ^b	151,7 ^b	56	118,6 ^c	24,0 ^c	137,8 ^{bc}
4	10,6 ^a	176,8 ^a	56,1	133,6 ^b	25,6 ^b	141,9 ^{ab}
6	10,8 ^a	182,7 ^a	56	144,4 ^a	26,6 ^a	146,8 ^a
Ortalama	10,1	163,9	55,8	126,3	24,7	139,3
DK (%)	7,2	8,4	11	8,1	4,6	6,4
AÖF (0,05)	0,44*	13,9*	Ö.D	7,7*	0,97*	7,5*

**: %1 düzeyinde önemli *: %5 düzeyinde önemli Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 7 Değişik kalite parametreleriyle, tane protein kapsamı arasındaki korelasyon katsayıları.

Parametre	Proteinle Korelasyon Katsayısı (N = 16)
SDS Sedimentasyon (ml)	0,93**
Uzama Kabiliyeti (A) (mm)	0,96**
Uzayabilirlik (EX)	0,96**
Enerji Değeri (J)	0,89**
Hamur Gelişme Süresi (s)	0,87**
Tolerans Değeri	0,59*
Su Kaldırma (%)	Ö.D

**: %1 düzeyinde önemli *: %5 düzeyinde önemli Ö.D.: Önemli değil



Şekil 1 Suluda yaprak solüsyonu denemesinde, Bezostaya çeşidi için belirlenen NSPAD ve TN kritik eşik değerleri

Sonuç olarak; sulu koşullarda kritik eşik olarak belirlenen NSPAD değerlerinin üzerinde okuma yapıldığında geç dönem azot uygulaması %1 ve üzerinde protein artışı sağlamadığı için ekonomik olmamakta, bu kritik eşik değerlerinin altındaki okumalarda ise NSPAD değeri düştükçe ekonomik azot dozu artmaktadır. Bu hususun dikkate alınması erken dönemde fazla azot kullanılan ve/veya pancar, patates gibi toprakta fazla bakiye azot bırakan münavebe bitkilerinden sonra ekilen buğdayda, bu dönemde gereksiz azot kullanımını engelleyerek, girdi ekonomisine yararlı olacaktır. Şekil 1’de görüldüğü gibi, Bezostaya 1 çeşidiyle yürütülen suluda yaprak solüsyonu denemesinde NSPAD için 0,95, bayrak yaprak toplam azot kapsamı içinse %4,31 kritik eşik değerleri belirlenmiştir.

Gluten (özellikle glutenin proteinlerinin) kuvvetinin belirlenmesinde sedimentasyon testleri (SDS ve Zeleny) birçok araştırma kuruluşu tarafından kullanılmaktadır ve daha çok kalıtımın etkisi altında olan bir kriterlerdir (Zeleny,1971; Atlı,1987; Karaduman 2015).

Çizelge 6’dan da görüldüğü gibi, erken ve geç dönem azot uygulamasının sedimentasyon değerlerini, TPR Max, (hamurun gelişme süresi) değeri, uzama kabiliyeti değerini ve uzayabilirlik değerleri üzerine istatistikî önemli düzeyde etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bezostaya çeşidi için suluda yaprak solüsyonu denemesindeki tane protein ile kalite parametreleri arasındaki korelasyon katsayıları da Çizelge 7’de verilmiştir.

Bu özelliklerden, protein fraksiyonlarından glutenin grubuyla daha yakın ilişkili olduğu ifade edilenler yanında, uzama kabiliyeti ve uzayabilirlik gibi gliadin grubuyla ilişkili olduğu belirtilenler de vardır (Foulkes ve ark., 2009). Azotlu gübrelemenin toplam proteinde sağladığı artış genelde depo proteinleri olarak adlandırılan glutenin ve gliadin grubu proteinleri arttırarak olduğu için (Stein ve ark., 1992; Johansson ve ark., 2001) proteinle birlikte bu kalite özelliklerinin de gelişmesi mümkün olmakta, ancak tane doldurma sürecindeki diğer çevre koşulları protein gruplarının oransal durumunu etkilemektedir (Jamieson ve ark., 2001).

Sonuçlar

Başaklanma zamanında yapılan azot uygulamalarının tane protein kapsamı ve onunla ilgili ekmeklik kalite değerleri üzerine olumlu katkısı sulu koşullarda net olarak ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşımın pratiğe aktarılmasında

gerekli olacak gerek klorofilmetre okumalarına gerekse yaprak toplam azot kapsamına ait kritik eşik değerleri elde edilmiştir. Bu araştırmada, sulu koşullarda, başaklanma döneminde yapraktan üre uygulaması Bezostaya 1’in tane protein kapsamını %2,6’lık artışla %12,9’dan %15,5’e, yükselmiştir. Sulu koşullarda kritik eşik olarak belirlenen 0,95 NSPAD ve bayrak yaprak toplam azot kapsamı içinse %4,31 TN değerlerinin üzerinde okuma yapıldığında geç dönem azot uygulaması %1 ve üzerinde protein artışı sağlamadığı için ekonomik olmamakta, bu kritik eşik değerlerinin altındaki okumalarda ise NSPAD değeri düştükçe ekonomik azot dozu artmaktadır. Sonuç olarak; sulu koşullarda kritik eşik olarak belirlenen NSPAD değerlerinin üzerinde okuma yapıldığında geç dönem azot uygulaması %1 ve üzerinde protein artışı sağlamadığı için ekonomik olmamakta, bu kritik eşik değerlerinin altındaki okumalarda ise NSPAD değeri düştükçe ekonomik azot dozu artmaktadır. Bu hususun dikkate alınması erken dönemde fazla azot kullanılan ve/veya pancar, patates gibi toprakta fazla bakiye azot bırakan münavebe bitkilerinden sonra ekilen buğdayda, bu dönemde gereksiz azot kullanımını engelleyerek, girdi ekonomisine yararlı olacaktır.

Teşekkür

Bu bildiri, TÜBİTAK-KAMAG tarafından desteklenen 106G111 nolu proje kapsamında yapılan araştırma sonuçlarından hazırlanmıştır. Söz konusu projenin Ülkemiz için gerekliliğine inanarak müşteri olan Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ve Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne ve destekleyen TÜBİTAK’a bütün proje ekibi olarak teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th edn. St.Paul, MN: USA. American Association of Cereal Chemists.
- Anonymous. 2000. AACC Method 54-21, AACC Method 54-10, Modifiye AACC Method 54-30 ve AACC Method 54-50, AACC Method 56-11, Approved Methods of American Association of Cereal Chemists.
- Atlı A. 1987. Kışlık tahıl üretim bölgelerimizde yetiştirilen bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin kaliteleri ile kalite karakterlerinin stabilitesi üzerine araştırmalar. Türkiye Tahıl Sempozyumu, 443-455, Bursa.

- Austin RB, Ford MA, Edrich JA, Blackwell RD. 1977. The nitrogen economy of winter wheat. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 88, 159-167.
- Bremner JM, 1965. Nitrogen Ed.: C.A.Black. In: *Method of Soil Analysis. Part:II. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Series. No:9. Agron. Inc. Madison. Wisconsin. USA.*
- Bushuk W. 1998. Wheat breeding for end-product use. *Euphytica*, 100, 137-145.
- Carson GR, Edwards NM. 2009. Criteria of wheat and flour quality. In: Khan K. ve P.R. Shewry. (eds.). *Wheat chemistry and technology 4th ed., AACC International Inc., MN, USA*, pp. 97-118
- Doerge TA, Roth RL, Gardner BR.1991. *Nitrogen Fertilizer Management in Arizona. Univ. of Arizona, Tucson, AZ*
- Finney KF, Meyer JW, Smith FW, Fryer HC. 1957. Effect of foliar spraying of Pawnee wheat with urea solutions on yield, protein content, and protein quality. *Agron. J.* 49:341–347.
- Foulkes MJ, Hawkesford MJ, Barraclough PB, Holdsworth MJ, Kerr S, Kightley S, Shewry PR. 2009. Identifying traits to improve the nitrogen economy of wheat: Recent advances and future prospects. *Field Crops Res.* 114: 329-342.
- Frederick JR, Bauer PJ. 1999. Physiological and numerical components of wheat yield. P 56. In E.H. Satorre and G.A. Slafer (ed) *Wheat: Ecology and physiology of yield determination. Food Products Press, New York.*
- Heitholt JJ, Croy LI, Maness NO, Ngyuen HT. 1990. Nitrogen partitioning in genotypes of winter wheat differing in grain N concentration. *Field Crops Research* 23, 133-144.
- JMP. 2016. JMP Users Guide. Version 13.0.0, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Jamieson PD, Stone PJ, Semenov MA. 2001. Towards modelling quality in wheat from grain nitrogen concentration to protein composition. *Aspects of Applied Biology* 64, 111-126.
- Johansson E, Prieto-Linde ML, Jonsson JO. 2001. Effects of wheat cultivar and nitrogen application on storage protein composition and breadmaking quality. *Cereal Chemistry* 78, 19-25.
- Karaduman Y, Akın A, Türkölmez S, Tunca ZŞ, Belen S, Çakmak M, Yüksel S. 2015. İleri Kademe Ekmeklik Buğday Hatlarının Bazı Teknolojik Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi.Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Ens. Der. cilt:24, sayı:1, s: 24-29.
- Lorbeer S, Acobsen J, Bruckner P, Wichman D, Berg J. 2000. Capturing the genetic protein potential in winter wheat. *Fertilizer Facts. Number 23. Montana State Univ.*
- Markwell J, Osterman JC, Mitchell JL. 1995. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll mater. *Photosyn. Res.* 46, 467–472.
- Oscarson P, Lundborg T, Larsson M, Larsson CM. 1995. Genotypic differences in nitrate uptake and nitrogen utilization for spring wheat grown hydroponically. *Crop Science* 35: 1056-1062.
- Peoples MB, Dalling MJ. 1988. The interplay between proteolysis and amino acid metabolism during senescence and nitrogen reallocation. p. 181-217. In L.D. Noodén and A.C. Leopold (ed). *Senescence and Aging in Plants. Academic Press, San Diego*
- Pena RJ, Amaya A, Rajaram S, Mujeeb-Kazi A. 1990. Variation in quality characteristics with some spring 1B/1R translocation wheats. *Journal of Cereal Sci.*, 12: 105-112.
- Peng S, Garcia FV, Laza RC, Sanico AL, Visperas RM, Cassman KG. 1996. Increased N-use efficiency using a chlorophyll meter on high-yielding irrigated rice . *Field Crop. Res.* 47: 243-252.
- Savasli E, Önder O, Cekic C, Kalaycı HM, Dayıoğlu R, Karaduman Y, Gökmen F, Dursun N, Gezgin S.2017. The Effects of Foliar Nitrogen Treatments at Heading Stage on Grain Protein Contents of Bread Wheat Cultivars selcukj.agr.Food Sci. 31(1): 42-47
- Stein IS, Sears RG, Hosenev RC, Cox TS, Gill BS. 1992. Chromosomal location of genes influencing grain protein concentration and mixogram properties in Plainsman-V winter wheat. *Crop Sci*: 573–80.
- Strong WM. 1982. Effect of late application of N on the yield and protein content of wheat. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 22: 54–61.
- Topal A, Sade B, Soylu S, Öztürk Ö, Kan Y, Kenbaev B. 1997. Farklı gelişme dönemlerinde değişik azotlu gübre formlarının yapraktan ve topraktan uygulamasının ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin tane verimi, bazı verim ve kalite unsurlarına etkileri.Türkiye II. Tar. Bit. Kon. 22-25 Eyl.1997, s: 51-55, Samsun.
- Westcott M, Eckhoff J, Engel R, Jacobsen J, Jackson G, Stongaard B.1997. Flag leaf diagnosis of grain protein response to late-season N application in irrigated spring wheat. *Fertilizer Facts. Number 12. Montana State University.*
- Wuest SB, Cassman KG. 1992. Fertilizer-nitrogen use efficiency of irrigated wheat: I. Uptake efficiency of preplant versus late-season application. *Ag.J.84: 682–688.*
- Van Sanford DA, Mac Kown CT. 1987. Cultivar differences in nitrogen remobilization during grain fill in soft red winter wheat. *Crop Science* 27: 295-300.
- Zeleny L. 1971. Criteria of wheat quality, in *Wheat Chemistry and Technology. Ed by Y.Pomeranz, AACC St Paul, MN, USA.*
- Zhu J, Khan K. 2001. Effects of genotype and environment on glutenin polymers and bread making quality. *Cereal Chemistry* 78: 125-130.