



Determination of Nitrogenous Fertilizer Needs of Wheat in Kop Region

Ayşegül Korkmaz, Fatma Gökmen Yılmaz, Duygu Akçay Kulluk
and Sait Gezgin

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

October 8, 2021

KOP BÖLGESİNDE BUĞDAYIN AZOTLU GÜBRE İHTİYACININ BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF NITROGENOUS FERTILIZER NEEDS OF WHEAT IN KOP REGION

Aysegul KORKMAZ^{*1}, Fatma GOKMEN YILMAZ², Duygu Akçay KULLUK³, Sait GEZGIN⁴

ÖZET: Bu çalışma, sulu ve kuru koşullarda artan dozlarda azot uygulamalarının ekmeklik buğdayın toprak NO₃-N miktarının belirlenmesi, toprakta bulunan NO₃-N veriminde sağladığı artışlara göre kalibrasyonu, topraklarda NO₃-N miktarının uygulanması tahmin edilen gübre miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Tesadüf blokları deneme desenine göre farklı toprak nitrat azot (NO₃-N) içeren 28 lokasyonda artan dozlarda N kuru şartlarda (0, 3, 6, 9, 12 kg N da⁻¹) ve sulu şartlarda (0, 2, 4, 6, 12 ve 24 kg N da⁻¹) üre (%46 N) formunda uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, deneme yeri topraklarının NO₃-N miktarı ile buğdayın ürün artışı arasında istatistiki olarak önemli ilişkiler belirlenmiştir. Bu ilişkiler dikkate alınarak kuru koşullarda topraklar da yetiştirilen ekmeklik buğday bitkisi için Mitscherlich-Bray eşitliği $\log(413-y) = \log 143 - b_1 * 0.184 - 0.170 * x$ topraklarda 8 kg veya daha fazla NO₃-N'u ve sulu koşullarda ise $\log(624-y) = \log 143 - b_1 * 0.377 - 0.068 * x$ 18 kg veya daha fazla olması durumunda üründe artışlar sağlayacağı belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Ekmeklik buğday, kalibrasyon, NO₃-N, organik madde, ürün artışı

ABSTRACT: This study was carried out in order to determine the amount of NO₃-N in the soil of bread wheat, the calibration of the nitrogen applications in increasing doses in wet and dry conditions, the calibration according to the increases in the NO₃-N yield in the soil, the application of the NO₃-N amount in the soils and the estimated fertilizer amounts. According to the randomized blocks trial design, increasing doses of N in 28 locations containing different soil nitrate nitrogen (NO₃-N) in dry conditions (0, 3, 6, 9, 12 kg N da⁻¹) and in aqueous conditions (0, 2, 4, 6, 12 and 24 kg N da⁻¹) were applied in the form of urea (46% N). As a result of the research, statistically significant relationships were determined between the NO₃-N content of the experimental site soils and the product increase of wheat. Considering these relationships, the Mitscherlich-Bray equation for bread wheat plant grown on soils in dry conditions $\log(413-y) = \log 143 - b_1 * 0.184 - 0.170 * x$ 8 kg or more of NO₃-N in soils and \log in irrigated conditions. $(624-y) = \log 143 - b_1 * 0.377 - 0.068 * x$ It has been determined to provide increases in product if it is 18 kg or more.

Keywords: Bread wheat, calibration, NO₃-N, organic matter, yield increase

*¹Ziraat Yük. Müh., Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, aysegulkorkmaz22@gmail.com

²Dr. Öğr. Üyesi, Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, fgokmen@selcuk.edu.tr

³Ziraat Yük. Müh., Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, [dygakcay81@gmail.com](mailto:dagakcay81@gmail.com)

⁴ Prof. Dr. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, sgezgin@selcuk.edu.tr

1. GİRİŞ

KOP Bölgesi tarım alanları Türkiye'nin yüz ölçümünün %16.4'ünü (4.584.136 ha) oluşturmaktadır. Bölge, ülke genelindeki buğday üretiminin %22'sini karşılamaktadır. Buğday üretiminde topraksal, bitkisel ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişmekle birlikte gübre kullanımı ile verim %50-75 arasında değişen oranlarda artışa neden olmaktadır (De Vita ve ark., 2007; Polat 2020). Bitkisel üretimde en fazla ihtiyaç duyulan besin element olmasına olan azotun eksik veya fazla kullanımı bitkilerin verim ve kaliteleri üzerinde çok büyük olumsuzluklara, bununla birlikte fazla kullanımı topraklarda NO₃ birikimine (Chapman ve Liebig 1952; Gao ve ark., 2019; Zhou ve ark., 2016), toprak ve sulara NO₃⁻ ve NO₂⁻ kirliliği (Vashisht ve ark., 2015) neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı buğday gübrelemesinde azotun az veya fazla kullanımının yerine toprak organik madde miktarı ve azot kapsamı başta olmak üzere diğer toprak özellikleri dikkate alınarak uygun azotlu gübreleme programları oluşturulmalıdır. Ülkemizde Türkiye Gübreler ve Gübreleme Rehberine göre KOP Bölgesini de içine alan Orta Anadolu Bölgesi tarım topraklarının organik madde içerikleri dikkate alınarak önerilen azot miktarları belirlenmiştir (Güçdemir, 2006; Tablo 1)

Tablo 1: Orta Anadolu Bölgesi topraklarının organik madde kapsamlarına göre buğday için önerilen saf azot miktarı (kg da⁻¹)

Bitki çeşidi	Tarım şekli	Topraktaki Organik Madde Miktarları (%)			
		0-1.0	1.1-2.0	2.1-3.0	3+
Buğday	Sulu	16	15	14	12
Buğday	Kuru	9	8	7	5

Tablo 1'de de görüldüğü üzere sulu ve kuru koşullarda yetiştirilen buğday bitkisine uygulanması gereken azot miktarı, toprak organik madde miktarına bağlı olarak değişmektedir. Ancak uluslararası çalışmalarda (Miransari ve Mackenzia, 2011; Afzal, Islam, and Obaid-Ur-Rehman 2014) buğday bitkisinin azot ihtiyacının belirlenmesinde toprakta bulunan NH₄+NO₃-N veya NO₃-N miktarı dikkate alınarak yapılması gerektiği bildirilmiştir. Ülkemiz tarım topraklarının bitkilerin azotlu beslenmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda (Aksu, 1972; Sağlam ve ark., 1983; Gezgin ve Karakaplan 1994) NO₃-N içeriğinin belirlenmesinde uygun olduğu ifade edilmiştir. Kalibrasyonda öncelikli amaç, topraktaki NO₃-N miktarı ile azotlu gübrelemenin buğday verimini arasındaki matematiksel ilişkiyi Mitscherlich-Bray modifiye edilmiş eşitliği [$\log(A-y) = \log A - c1*b1 - c*x$] kullanılarak değerlendirilmektedir (Sonar and Babhulkar 2002). Daha sonra toprakların NO₃-N miktarını ile verim için yetersiz düzeyde NO₃-N'u içeren topraklara, bitki verimliliğini belirli seviyeye çıkarmak için uygulanması gerekli gübre miktarının bulunması amacıyla, bu çalışmada Mitscherlich-Bray denklemi kullanılarak topraklarda NO₃-N kapsamı

dikkate alınarak sulu ve kuru koşullarda yetiştirilen ekmeklik buğdayın azotlu gübre gereksinimlerinin belirlenmiştir.

2. YÖNTEM

KOP Bölgesinde 2018-2020 yılları arasında kuru ve sulu koşullarda toplam 28 farklı lokasyon da tarla denemeleri yürütülmüştür. Deneme yeri toprakları bazik reaksiyonlu, bitki gelişimini etkileyecek düzeyde tuzluluğu bulunmayan, kireçli, organik madde içeriği düşüktür. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sulu denemelerde azot 0, 2, 4, 6, 12 ve 24 kg N da⁻¹ olacak şekilde üre (% 46 N) gübresi şeklinde ¼ 'ü ekimde, ½'si kardeşlenmede, ¼'ü başaklanma döneminde, kuru denemelerde azot 0, 3, 6, 9, 12 kg N da⁻¹ olacak şekilde üre (%46 N) gübresi şeklinde ½'si ekimde, geriye kalan kısmı ise erken ilkbahar (Şubat ayında) döneminde uygulanmıştır. Her bir deneme yeri toprağının alınabilir fosfor içeriğine bağlı olarak bitkinin ihtiyaç duyduğu fosfor miktarı ekimde 6-8 kg P₂O₅ da⁻¹ TSP gübresi kullanılarak uygulanmıştır. Kuruda Bayraktar 2000, suluda Esperia ekmeklik buğday çeşitleri kullanılmıştır. Ekimde 15.36 m² parsel boyutu, kenar tesirleri dikkate alınarak hasat olgunluğuna erişen bitkiler 9.6 m² de yer alan bitkiler hasat edilerek verimleri kaydedilmiştir. Kuru şartlardaki tarla denemelerinde sulama yapılmazken sulu şartlarda yürütülen denemelerde bitki vejetatif gelişme süresince üç kez sulama yapılmıştır. KOP Bölgesinde çiftçiler tarafından yapıldığı şekil ile diğer kültürel faaliyetler (yabancı ot, hastalık ve zararlılarla mücadele) gerçekleştirildi.

Araştırmada elde edilen veriler dikkate alınarak artan dozlarda uygulanan azotun buğday bitkisinin üründe sağladığı artış, azot uygulanmayan ve en yüksek dozda azot uygulaması ile elde edilen tane verimlerine bağlı olarak hesaplanmıştır. Üründe sağlanan artış ve Bremner (1965) tarafından belirtildiği şekliyle belirlenen toprak NO₃-N içerikleri arasındaki regresyon ilişkilerine (log Y= a + b log X) bağlı olarak önem dereceleri belirlenmiştir. Daha sonra Mitscherlich-Bray eşitliğine [log (A-y) = log A-b₁c₁-cx] kullanılarak toprakta belirlenen NO₃-N'un yeterlilik sınır değerleri ve buğday bitkisinin ihtiyaç duyduğu azotlu gübre miktarları hesaplanmıştır.

Y= her bir azot uygulamasına karşılık gelen ürün artışı

X=toprakta her bir derinlikte azot kullanılabilir indeksleri ile belirlenen azot kapsamları (kg da⁻¹)

a ve b= y eksenini ile kesişim ile belirlenen katsayı

A= en yüksek azot uygulaması ile elde edilen verim (kg da⁻¹)

y= her bir azot uygulamasına karşılık gelen verim artışı

b₁= toprakta fenoldisülfonik asit metodu ile belirlenen NO₃-N miktarı (kg da⁻¹)

c_1 = topraktaki fenoldisülfonik asit metodu ile belirlenen $\text{NO}_3\text{-N}$ 'un tesir değeri

x = uygulanan azot miktarı

c = gübre azotunun tesir değeri

3. BULGULAR

Sulu ve kuru şartlarda yürütülen tarla denemelerinde elde edilen veriler alt başlıklar halinde değerlendirilmiştir.

3.1. Sulu şartlarda yürütülen denemelerde elde edilen veriler

Sulu şartlarda yürütülen tarla denemelerinde elde edilen buğday tane verimleri deneme yeri topraklarının $\text{NO}_3\text{-N}$ içerikleri ve azot uygulamalarına bağlı olarak değişmektedir. Denemelerde elde edilen tane verimleri gerek kontrolde gerekse azot uygulamaları ile farklılık göstermiştir bu farklılık toprak $\text{NO}_3\text{-N}$ kapsamı yanında diğer toprak özelliklerinden kaynaklı olarak ortaya çıkmıştır. Sulu denemelerde toprak $\text{NO}_3\text{-N}$ içerikleri $0.42\text{-}3.67 \text{ kg da}^{-1}$, toprak organik madde içerikleri $\%1.13\text{-}2.78$ ve tane verimleri $70 - 983 \text{ kg da}^{-1}$ arasında değiştiği belirlenmiştir.

Denemelerde azot uygulanmayan (kontrol) ve en yüksek dozda (24 kg N da^{-1}) azot uygulanan parsellerden elde edilen verimler arasındaki ilişkiye bağlı olarak belirlenen ürün artışı $\%3$ ile $\%75$ arasında değişmektedir. Ürün artışları arasındaki bu değişim deneme yeri toprağının azot kapsamının artmasına paralel olarak kontrolde elde edilen tane verimlerin artmasına ve azotlu gübreleme ile üründe meydana gelen artışların azalmasıyla açıklanmaktadır. Toprak $\text{NO}_3\text{-N}$ içeriği ile ürün artışı arasında yapılan regresyon analizi sonucunda istatistiki açıdan $\%1$ düzeyinde önem belirlenmiştir. Bu önem, buğday bitkisinin azotlu gübrelemesinde toprak $\text{NO}_3\text{-N}$ azotunun Mitscherlich-Bray eşitliğini ile değerlendirilebileceğinin bir göstergesidir. Eşitliğe bağlı olarak öncelikle her bir deneme yerinde bulunan toprak $\text{NO}_3\text{-N}$ içeriğinin tesir değeri (c_1) hesaplanmış sulu denemeler için c_1 değeri 0.377 olarak bulunmuştur. Ayrıca her bir denemede uygulanan gübre ile uygulanan azot miktarları dikkate alınarak gübre azotunun etki değeri (c) 0.068 olarak hesaplanmıştır.

Sulu şartlarda yürütülen tarla denemelerinde topraktaki $\text{NO}_3\text{-N}$ ile elde edilen tane verimi arasında $\log(100-y) = \log 100 - b_1 \cdot 0.377 - 0.068 \cdot x$ eşitlik belirlenmiştir. Topraktaki $\text{NO}_3\text{-N}$ miktarı (b_1) ve elde edilmesi istenen verim miktarı (kg da^{-1}) eşitlikte yerine konularak buğday bitkisinde istenilen verime ulaşılabilmesi için uygulanması gereken azot miktarı (x) hesaplanabilir. Kop Bölgesini kapsayan il ve ilçe tarım topraklarımızın azot içeriklerinin farklı olması nedeniyle buğday bitkisinin ihtiyaç duyduğu azot miktarı da farklı olacaktır.

3.2. Kuru şartlarda yürütülen denemelerde elde edilen veriler

Kuru şartlarda yürütülen tarla denemelerinde elde edilen buğday tane verimleri deneme yeri topraklarının $\text{NO}_3\text{-N}$ içerikleri ve azot uygulamalarına bağlı olarak değişmektedir. Denemelerde elde edilen tane verimleri gerek kontrolde gerekse azot uygulamaları ile farklılık göstermiştir bu farklılık toprak $\text{NO}_3\text{-N}$ kapsamı yanında diğer toprak özelliklerine bağlı olarak bu farklılık ortaya çıkmıştır. Kuru denemelerde toprak $\text{NO}_3\text{-N}$ içerikleri $2.20\text{-}11.54 \text{ kg da}^{-1}$, toprak organik madde içerikleri $\%1.30\text{-}2.56$ ve tane verimleri $174 - 586 \text{ kg da}^{-1}$ arasında değiştiği belirlenmiştir.

Denemelerde azot uygulanmayan (kontrol) ve en yüksek dozda (12 kg N da^{-1}) azot uygulanan parsellerden elde edilen verimler arasındaki ilişkiye bağlı olarak belirlenen ürün artışı $\%9$ ile $\%55$ arasında değişmektedir. Ürün artışları arasındaki bu değişim deneme yeri toprağının azot kapsamının artmasına paralel olarak kontrolde elde edilen tane verimlerin artmasına ve azotlu gübreleme ile üründe meydana gelen artışların azalmasıyla açıklanmaktadır. Toprak $\text{NO}_3\text{-N}$ içeriği ile ürün artışı arasında yapılan regresyon analizi sonucunda istatistiki açıdan $\%5$ düzeyinde önem belirlenmiştir. Bu önem, buğday bitkisinin azotlu gübrelemesinde toprak $\text{NO}_3\text{-N}$ azotunun Mitscherlich-Bray eşitliği ile değerlendirilebileceğinin bir göstergesidir. Eşitliğe bağlı olarak öncelikle her bir deneme yerinde bulunan toprak $\text{NO}_3\text{-N}$ içeriğinin tesir değeri (c_1) hesaplanmış kuru denemeler için c_1 değeri 0.184 olarak bulunmuştur. Ayrıca her bir denemede uygulanan gübre ile uygulanan azot miktarları dikkate alınarak gübre azotunun etki değeri (c) 0.170 olarak hesaplanmıştır.

Kuru şartlarda yürütülen tarla denemelerinde topraktaki $\text{NO}_3\text{-N}$ ile elde edilen tane verimi arasında $\log(100-y) = \log 100 - b_1 * 0.184 - 0.170 * x$ eşitlik belirlenmiştir. Topraktaki $\text{NO}_3\text{-N}$ miktarı (b_1) ve elde edilmesi istenen verim miktarı (kg da^{-1}) eşitlikte yerine konularak buğday bitkisinde istenilen verime ulaşabilmesi için uygulanması gereken azot miktarı (x) hesaplanabilir.

3.3. Sulu şartlarda yürütülen denemelerde buğday bitkisi için ekonomik olarak uygulanması gereken gübre miktarları

Sulu koşullarda buğdayın gelişmesi için ekonomik olarak uygulanması gereken gübre miktarları gübre fiyatlarındaki değişimler ve uygulanacak gübre miktarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Denemelerde elde edilen tane verimi ve gübre ile verilen azot miktarları ayrı ayrı dikkate alınarak teorik maksimum verim (624 kg da^{-1}) belirlenmiştir. Bu maksimum verime ulaşabilmek için her bir birim azot artışına bağlı olarak marjinal verimler ve toplam verimler değerlendirildiğinde uygulanan azot miktarı aynı oranda arttığı zaman meydana gelen ürün artışları marjinal ürüne yaklaştıkça azalmakla belirli bir noktadan sonra ise azotlu gübre uygulamaları ile verimde artış olmamıştır. Üretimin yapıldığı yıldaki ekmeleklik buğday fiyatlarına

göre hesaplanan marjinal gelir ve o yılki gübre fiyatına bağlı olarak hesaplanan marjinal gider arasındaki ilişkiye bağlı olarak uygulanacak azot miktarının ekonomik olup olmayacağı belirlenebilir. Çalışmamızda dekarda 1 kg azot olması durumunda, 1 kg azotlu gübre uygulaması sonucunda 5.2 ₺ gidere karşılık 83.6 ₺ gelir; 10 kg azotlu gübre uygulaması sonucunda 5.2 ₺ gidere karşılık 20.4 ₺ gelir sağlanmıştır. Dekarda 4 kg azot olması durumunda, 10 kg azotlu gübre uygulaması sonucunda 5.2 ₺ gidere karşılık 1.5 ₺ gelir sağlanır ve bu uygulama ekonomik olmayacaktır. Yani, topraklarımızın azot kapsamı arttığı zaman uygulanması gereken azot miktarı azalmakta ve hatta belli bir seviyeden sonra ekonomik olmadığı Mitscherlich-Bray eşitliği ile ortaya konulmuştur. Nitekim KOP Bölgesi tarım topraklarımızda 1 kg azot olduğu bu nedenle Tablo 2’de görülebileceği gibi dekara 1 ile 18 kg azot uygulanması durumunda ekonomik, 18 kg N üzerinde azot uygulaması ekonomik olmayacağı belirlenmiştir.

Tablo 2: Ekmeklik Buğdaya Azotlu Gübre Uygulamaları ile Belirlenen Marjinal Ürün ve Marjinal Gelir Değerleri

Gübre miktarı kg da ⁻¹	Marjinal gübre miktarı	Marjinal gübre azotunun değeri (₺)*	Farklı azot uygulamaları ile belirlenen marjinal ürün ve marjinal gelir							
			1 kg N da ⁻¹		2 kg N da ⁻¹		3 kg N da ⁻¹		4 kg N da ⁻¹	
			Verim	Gelir**	Verim	Gelir	Verim	Gelir	Verim	Gelir
1	1	5.2	37.9	83.6	15.9	35.1	6.7	14.7	2.8	6.2
10	1	5.2	9.3	20.4	3.9	8.6	1.6	3.6	0.7	1.5
18	1	5.2	2.65	5.83	1.11	2.45	0.47	1.03	0.20	0.43

*, Marjinal gübre azotunun hesaplanmasında Türkiye Tarım Kredi Kooperatiflerinden 1 ton Üre (%46 N)'nin fiyatı 2400 ₺ olarak alınmıştır.**, Marjinal gelirlerin hesaplanmasında Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği'nden 1 ton buğdayın fiyatı 2200 ₺ olarak alınmıştır. <https://borsa.tobb.org.tr/fiyat>

Ekmeklik buğday bitkisinde teorik maksimum ürün dikkate alınarak uygulanması gereken azotlu gübre miktarı $\log(624-y) = \log 624 - b_1 * 0.377 - 0.068 * x$ eşitlik yardımıyla belirlenmiştir. Bu eşitliğe göre toprakta bulunan NO₃-N miktarı 2 ve 4 kg da⁻¹ iken uygulanması gereken azot miktarı 11.3 ve 0.2 kg N olduğu belirlenmiştir yani topraktaki NO₃-N miktarı arttıkça uygulanması gereken azot miktarının azaldığı belirlenmiştir.

3.4. Kuru şartlarda yürütülen denemelerde buğday bitkisi için ekonomik olarak uygulanması gereken gübre miktarları

Kuru koşullarda buğdayın gelişmesi için ekonomik olarak uygulanması gereken gübre miktarları gübre fiyatlarındaki değişimler ve uygulanacak gübre miktarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Denemelerde elde edilen tane verimi ve gübre ile verilen azot miktarları ayrı ayrı dikkate alınarak teorik maksimum verim (413 kg da⁻¹) belirlenmiştir. Bu maksimum verime ulaşabilmek için her bir birim azot artışına bağlı olarak marjinal verimler ve toplam verimler değerlendirildiğinde uygulanan azot miktarı aynı oranda arttığı zaman meydana gelen ürün

artışları marjinal ürüne yaklaştıkça azalmakta belirli bir noktadan sonra ise azotlu gübre uygulamaları ile verimde artış olmamıştır. Üretimin yapıldığı yıldaki ekmeklik buğday fiyatlarına göre hesaplanan marjinal gelir ve o yılki gübre fiyatına bağlı olarak hesaplanan marjinal gider arasındaki ilişkiye bağlı olarak uygulanacak azot miktarının ekonomik olup olamayacağı belirlenebilir. Çalışmamızda 1 kg azotlu gübre uygulaması sonucunda 5.2 ₺ gidere karşılık 192.4 ₺ gelir sağlanmıştır. Ancak Tablo 3’de görülebileceği gibi 9 kg N üzerinde azot uygulaması ekonomik olamayacağı belirlenmiştir.

Tablo 3: Ekmeklik Buğdaya Azotlu Gübre Uygulamaları ile Belirlenen Marjinal Ürün ve Marjinal Gelir Değerleri

Gübre miktarı kg da ⁻¹	Marjinal gübre miktarı	Marjinal gübre azotunun değeri (₺)*	Farklı azot uygulamaları ile belirlenen marjinal ürün ve marjinal gelir							
			1 kg N da ⁻¹		2 kg N da ⁻¹		3 kg N da ⁻¹		4 kg N da ⁻¹	
			Verim	Gelir**	Verim	Gelir	Verim	Gelir	Verim	Gelir
1	1	5.2	87.5	192.4	57.3	126.0	37.5	82.5	24.5	54.0
8	1	5.2	5.6	12.4	3.7	8.1	2.4	5.3	1.6	3.5
10	1	5.2	2.6	5.7	1.7	3.7	1.1	2.4	0.7	1.6

*, Marjinal gübre azotunun hesaplanmasında Türkiye Tarım Kredi Kooperatiflerinden 1 ton Üre (%46 N)’nin fiyatı 2400 ₺ olarak alınmıştır.**, Marjinal gelirlerin hesaplanmasında Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği’nden 1 ton buğdayın fiyatı 2200 ₺ olarak alınmıştır. <https://borsa.tobb.org.tr/fiyat>

Ekmeklik buğday bitkisinde teorik maksimum ürün dikkate alınarak uygulanması gereken azotlu gübre miktarı $\log(413-y) = \log 143 - b_1 \cdot 0.184 - 0.170 \cdot x$ eşitlik yardımıyla belirlenmiştir. Bu eşitliğe göre toprakta bulunan NO₃-N miktarı 2 ve 9 kg da⁻¹ iken uygulanması gereken azot miktarı 7.8 ve 0.3 kg N olduğu belirlenmiştir yani topraktaki NO₃-N miktarı arttıkça uygulanması gereken azot miktarının azaldığı belirlenmiştir.

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

KOP Bölgesi tarım topraklarında yetiştirilen buğdayın azotlu gübre ihtiyacı, toprak organik madde ve NO₃-N içerikleri yanında diğer toprak özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Ülkemizde Türkiye Gübreler ve Gübreleme Rehberi (2006)’nde tarım topraklarımızın organik madde miktarına bağlı olarak uygulanması gereken azot miktarının sulu koşullarda yetiştirilen ekmeklik buğday bitkisi için 14-16 kg N arasında değiştiği, bu durumun kuru koşullarda ise 7-9 kg N arasında olduğu bildirilmiştir. Ülkemizde şu ana kadar yapılan çalışmalarda buğday bitkisinin ihtiyaç duyduğu azot miktarının belirlenmesinde toprak organik madde miktarı esas alınmıştır. Ancak çalışmamızda bitkinin azotlu gübre ihtiyacının belirlenmesinde toprak organik maddesinin yerine toprak NO₃-N’a göre belirlenmesi daha uygun olacağı bulunmuştur. Ayrıca sulu koşullarda yetiştirilen ekmeklik buğday bitkisi için toprak nitrat azotu kapsamına göre 0-18 kg N arasında değiştiği, bu durumun kuru koşullarda ise 0-9 kg N arasında olduğu belirlenmiştir.

Sonuçta buğday bitkisinin azot ihtiyacının belirlenmesinde toprakların nitrat azotu kapsamının önemli olduğu, azot kapsamı düşük olan topraklara daha fazla azotlu gübre, azot kapsamı yüksek olan topraklara daha az azotlu gübre uygulanması gerektiği bilinmektedir. KOP bölgesi buğday yetiştiriciliğinde hedeflenen verim ve toprak nitrat azotu kapsamı dikkate alınarak sulu koşullarda $\log (624-y) = \log 143-b_1*0.377-0.068*x$, kuru koşullarda ise $\log (413-y) = \log 143-b_1*0.184-0.170*x$ olarak belirlenen Mitscherlich-Bray eşitlikleri kullanılarak uygulanacak azotlu gübre miktarı hesaplanmaktadır (Sonar ve Balhulkar, 2002; Aivelu et al. 2003; Bose, Kar, and Bajpai 2010; Afzal, Islam, and Obaid-Ur-Rehman 2014).

5. KAYNAKLAR

- Afzal, S., M. Islam, & Obaid-Ur-Rehman. (2014). Application of Mitscherlich–Bray equation for fertilizer use on groundnut. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 45 (12):1636-1645. doi: 10.1080/00103624.2014.907911.¹
- Aksu, S. (1972). A study on the nitrogen status of the trakya region meriç basin soils and the methods to be used to determine the amount of nitrogen usable in these soils. Phd thesis, *Department of Soil Science and Plant Nutrition*, Ankara University Agriculture Faculty, Ankara, Turkey.¹²
- Aivelu, K., S. Srivastava, A. Subba Rao, K.N. Singh, G. Selvakumari, & N. S. Raju. (2003). Comparison of modified Mitscherlich and response plateau models for calibrating soil test based nitrogen recommendations for rice on Typic Ustropept. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 34 (17-18):2633-2643. doi: 10.1081/CSS-120024790.¹
- Bose, P.C., R. Kar, & A. K. Bajpai. (2010). Soil test based sulphur fertilization for targeted yields of mulberry. *Journal of Crop and Weed*, 6 (1):22-24.¹
- Bremner, J. M. (1965). Total nitrogen 1. In *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*, A. L. Page, ASA SSSA.:1149-1178. Madison: Agronomy.⁴
- Chapman, H. D., & G. F. Liebig. (1952). Field and laboratory studies of nitrite accumulation in soils 1, 2. *Soil Science Society of America Journal*, 6 (3):276-282. doi: 10.2136/sssaj1952.¹
- De Vita, P., Di Paolo, E., Fecondo, G., Di Fonzo, N. & Pisante, M. (2007). No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. *Soil and Tillage Research*, 92(1-2), 69-78.¹
- Gao, J., Y. Lu, Z. Chen, L. Wang & J. Zhou. (2019). Land-use change from cropland to orchard leads to high nitrate accumulation in the soils of a small catchment. *Land Degradation & Development*, 30 (17):2150-2161. doi: 10.1002/ldr.3412¹
- Gezin, S., ve S. Karakaplan. (1994). A research on the methods that can be used to determine the amount of nitrogen beneficial for the plant in Konya-Çumra Plain soils. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 18:235-241.⁸
- Güçdemir, İ. H. (2006). Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. Güncelleştirilmiş ve genişletilmiş 5. Baskı.⁴

- Sağlam, M.T., S. Karakaplan, ve Y. Sezen. (1983). A research on the methods that can be used for the determination of the usable nitrogen amount in the irrigated soils of Iğdır Plain. *Doğa Bilimi Dergisi*, 249-258.¹
- Sonar, K. R., & V. P. Babhulkar. (2002). Application of Mitscherlich–Bray equation for fertilizer use in wheat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33 (15-18):3241-3249. doi: 10.1081/CSS-120014519.¹
- Polat, H. (2020). Türkiye’de kimyasal azotlu gübre tüketim durumunun ve toprak analizi zorunluluğunun azotlu gübre kullanımına etkilerinin değerlendirilmesi. *Toprak Su Dergisi*, 9(2), 60-71.¹
- Vashisht, B. B., T. Nigon, D. J. Mulla, C. Rosen, H. Xu, T. Twine, & S. K. Jalota. (2015). Adaptation of water and nitrogen management to future climates for sustaining potato yield in Minnesota: Field and simulation study. *Agricultural Water Management*, 152:198-206.¹
- Wang, Z., Y. Miao, & S. Li. (2015). Effect of ammonium and nitrate-nitrogen fertilizers on wheat yield in relation to accumulated nitrate at different depths of soil in drylands of China. *Field Crops Research*, 183:211-224.⁸
- Zhou, J., B. Gu, W. H. Schlesinger, & X. Ju. (2016). Significant accumulation of nitrate in Chinese semi-humid croplands. *Scientific Reports*, 6:25088. doi: 10.1038/srep25088.¹¹