

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**KIŞLIK EKMEKLİK BUĞDAY YETİŞTİRİCİLİĞİNDE MAGNEZYUM İLE
BİYOZENGİNLEŞTİRME**

Elif Meltem SÖNMEZ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EYLÜL 2019

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**KIŞLIK EKMEKLİK BUĞDAY YETİŞTİRİCİLİĞİNDE MAGNEZYUM İLE
BİYOZENGİNLEŞTİRME**

Elif Meltem SÖNMEZ

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

EYLÜL 2019

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIŞLIK EKMEKLİK BUĞDAY YETİŞTİRİCİLİĞİNDE MAGNEZYUM İLE
BİYOZENGİNLEŞTİRME**

**Elif Meltem SÖNMEZ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez
Akdeniz Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeler Birimi tarafından
FYL-2018-4159 nolu proje ile desteklenmiştir.**

EYLÜL 2019

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KIŞLIK EKMEKLİK BUĞDAY YETİŞTİRİCİLİĞİNDE MAGNEZYUM İLE
BİYOZENGİNLEŞTİRME**

Elif Meltem SÖNMEZ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 20/09/2019 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Şule ORMAN (Danışman)

Prof. Dr. Erdem YILMAZ

Prof. Dr. Metin MÜJDECİ



ÖZET

KIŞLIK EKMEKLİK BUĞDAY YETİŞTİRİCİLİĞİNDE MAGNEZYUM İLE BİYOZENGİNLEŞTİRME

Elif Meltem SÖNMEZ

Yüksek Lisans Tezi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Şule ORMAN

Eylül 2019; 59 sayfa

Bu araştırmada; insan ve hayvan gıdası olan buğdayın besleyicilik değerinin magnezyum açısından zenginleştirilmesi (agronomik biyozenginleştirme) için optimum gübreleme düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada, killi tın tekstüre sahip bir toprakta saksı denemesi kurulmuş ve kışlık ekmeklik buğday çeşidi (*Triticum aestivum*) olan Sagittario yetiştirilmiştir. Buğday bitkisine 5 farklı dozda (0, 2, 4, 6, 8 kg da⁻¹ MgSO₄.7H₂O) topraktan ve iki farklı dozda (%0 ve %2 MgSO₄.7H₂O) yapraktan olacak şekilde magnezyumlu gübreleme yapılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. 5 aylık yetiştirme periyodunun sonunda bitkiler hasat edilmiştir. Hasatta her saksıdan alınan toprak, dane ve saman (dane hariç bitkinin tüm üst aksamı) örneklerinde analizler gerçekleştirilmiştir.

Topraktan MgSO₄.7H₂O uygulamaları toprak pH' sının düşmesine neden olurken; toprak tuzluluğu ve organik madde içeriğini etkilememiştir. Topraktan ve yapraktan MgSO₄.7H₂O uygulamaları buğday danesinin Mg konsantrasyonu üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etki etmiştir. Dane'de en yüksek Mg değeri, % 0.14 ile topraktan 8 kg da⁻¹ ve yapraktan %2 MgSO₄.7H₂O uygulamaları ile elde edilmiştir. En düşük Mg değeri ise % 0.095 ile topraktan 0 kg da⁻¹ ve yapraktan % 0 MgSO₄.7H₂O uygulamalarında (kontrol) belirlenmiştir. Sonuç olarak; danenin Mg konsantrasyonu kontrolde noksan düzeyinde (< % 0.1 Mg) iken uygulamalara bağlı olarak yeterli (%0.1-0.2 Mg) düzeyine ulaşmıştır.

ANAHTAR KELİMELE: Biyozenginleştirme, Buğday, Magnezyum, Yetersiz beslenme, Gizli açlık

JÜRİ: Prof. Dr. Şule ORMAN

Prof. Dr. Erdem YILMAZ

Prof. Dr. Metin MÜJDECİ

ABSTRACT

BIOFORTIFICATION WITH MAGNESIUM IN WINTER BREAD WHEAT PRODUCTION

Elif Meltem SÖNMEZ

Msc. Thesis in Soil Science

Supervisor: Prof. Dr. Şule ORMAN

September 2019; 59 pages

The aim of this study was to determine the optimum fertilization levels for magnesium (agronomic biofortification) of the nutritional value of wheat which is human and animal food.

In this study, a pot experiment was established in a soil with clay loam texture and Sagittario, winter bread wheat variety (*Triticum aestivum*), was grown. 5 different doses (0, 2, 4, 6, 8 kg da⁻¹ MgSO₄.7H₂O) from the soil and two different doses (0% and 2% MgSO₄.7H₂O) were applied to the wheat plant with magnesium fertilization. The experiment was conducted in randomized plot design with 4 replications. At the end of the 5-month growing period, the plants were harvested. In the harvest, soil, grain and straw samples taken from each flowerpot (all upper parts of the plant except grain) were analyzed.

MgSO₄.7H₂O applications from soil cause soil pH to decrease; did not affect soil salinity and organic matter content. MgSO₄.7H₂O applications from soil and leaves had a statistically significant effect on Mg concentration of wheat grain. The highest Mg value in grain was obtained with 8 kg da⁻¹ from soil and 2% MgSO₄.7H₂O from leaves with 0.14%. The lowest Mg value was 0.095% with 0 kg da⁻¹ from soil and 0% MgSO₄.7H₂O from leaves (control). As a result; The Mg concentration of the grain was at the deficient level (<0.1% Mg) in the control, but reached a sufficient level (0.1-0.2% Mg) depending on the applications.

KEYWORDS: Biofortification, Hidden hunger, Magnesium, Malnutrition, Wheat

COMMITTEE: Prof. Dr. Şule ORMAN

Prof. Dr. Erdem YILMAZ

Prof. Dr. Metin MÜJDECI

ÖNSÖZ

Dünya üzerinde en çok üretilen ve tüketilen tahıl olan buğday, canlı beslenmesi açısından çok önemli bir stratejik üründür. Buğday danelerinden insan beslenmesi için un ve ekmek gibi unlu mamuller, bulgur, makarna ve nişasta elde edilirken, geriye kalan sapsaman kısmı hayvan beslenmesi ve kağıt- karton sanayinde kullanılmaktadır. Bu nedenle dünyada ve ülkemizde buğdayın verimlilik ve kalitesinin arttırılmasına yönelik yapılan çalışmaların süreklilik arz etmesi gerekmektedir.

Bütün tarla bitkilerinin üretiminde olduğu gibi buğday üretiminin de geniş alanlarda yapılması verimlilik ve ekonomik açıdan önem taşımaktadır. Ancak özellikle ülkemizde mevcut tarım arazilerimizin en önemli sorunlarından birisi (özellikle miras nedeniyle sürekli bölünerek devrolması sonucu) ekonomik üretim yapılamayacak kadar parçalanarak küçülmüş arazilerin artmasıdır. Parçalanmış ve küçük arazilerde buğday tarımının yapılması ise verimliliği ve karlılığı azaltmaktadır. Ayrıca yüksek enerji fiyatları ve alt yapı eksikliğinden dolayı buğday yetiştiriciliğinde sulu tarım yerine çoğunlukla yağışlara bağlı olarak yapılan kuru tarım tercih edilmektedir. Bunların yanı sıra buğday üretiminde kompoze taban gübrelerinin fiyat yüksekliği ve üst gübreleme sayısının birden fazla olması gerekirken, ekonomik koşullardan dolayı en fazla bir kez ve yetersiz miktarda yapılması verimliliği ve kaliteyi olumsuz.

Bütün tarım ürünlerinin yetiştirilmesinde olduğu gibi buğday yetiştiriciliğinde de gübreleme en temel girdilerden biridir. Gübreleme ile bitkilerin sağlıklı gelişmeleri için gerekli mineral elementler sağlanmaktadır.

Son yıllarda tüm dünyada buğday tarımında verimliliğin ve danenin protein içeriğinin, demir, çinko, kalsiyum ve magnezyum gibi elementlerce konsantrasyonunun biyozenginleştirme yollarıyla arttırılmasına yönelik çalışmalar büyük önem kazanmıştır. Çünkü özellikle buğday gibi tahıl ağırlıklı beslenen toplumlarda bu ürünlerin kalitesinin iyileştirilmesi insan beslenmesinin de iyileştirilmesi anlamına gelmektedir. Bu nedenle tarımsal üretim teknik ve teknolojilerinin geliştirilmesi ile bazı önlemlerin alınmasının gerekliliği kaçınılmazdır. Bu önlemlerin en başında ise birim alandan daha fazla ve yüksek kalitede ürün elde etmenin yollarını arttırmaya çalışmak gelmektedir.

Bu çalışmada, özellikle insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan buğday bitkisinde magnezyum içeriği arttırılarak besleme değerinin iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Bunun için Akdeniz bölgesinde tercih edilen kışlık ekmeklik buğday çeşidi olan Sagittario, farklı magnezyum dozları uygulanarak yetiştirilmiştir. Hasat ile elde edilen bitki ve üzerinde yetiştiricilik yapılan toprak örneklerinde mineral elementler ve bazı kalite unsurları analizleri ile durum tespiti yapılmıştır. Bu çalışmanın bölge mühendislerine, teknikerlerine ve üreticilerine ışık tutup, üretimde özellikle bitki besleme açısından fikir sahibi olmalarına yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Bana bu konuda çalışma olanağı veren, bilgi ve deneyimlerini her daim aktaran çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Şule ORMAN' a (Ak. Ün. Z. F.) teşekkürlerimi sunarım. Bilgi ve tecrübelerini bizlerle her fırsatta paylaşan bölümümüzün diğer saygı değer öğretim üyelerine gönülden teşekkür ederim. Gerek laboratuvar, gerek saha çalışması ve gerek tez çalışmalarımda çok yoğun desteklerini gördüğüm Arş. Gör. Hüseyin OK' a (Ak. Ün. Z.F.) ve laboratuvar çalışmalarımda yardımını bir an olsun

esirgemeyen Zir. Yük. Müh. Aylin ZAMBAK ÖZGÜR' e (Ak. n. Z. F.) teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Çalışmamın baından sonuna kadar heyecanıma ortak olan ve desteğini benden hiçbir koşulda esirgemeyen, her zaman yanımda olan ve hiçbir zaman haklarını ödeyemeyeceğim, varlıklarından her daim g aldığım annem ve babam Döndü ve Cengiz SÖNMEZ' e, desteğini her zaman yanımda hissettiğim kardeşim İrem Gl SÖNMEZ' e sonsuz teşekkürlerimi ve Ŗkranlarımı sunuyorum.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vii
SİMGELER.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Buğday Bitkisi Hakkında Genel Bilgiler.....	3
2.1.1. Buğday yetiştiriciliğinde bitki besleme ve kalite unsurları	5
2.2. Magnezyum Elementinin Bitkide Önemi.....	14
2.3. Magnezyum Elementinin İnsanda Önemi	16
2.4. Yetersiz Beslenme (Malnütrisyon) ve Biyofortifikasyon	18
3. MATERYAL VE METOT	20
3.1. Materyal.....	20
3.2. Metot	24
3.2.1. Toprak analiz yöntemleri.....	24
3.2.2. Bitki analiz yöntemleri	25
3.2.3. İstatistiksel analizler	26
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	27
4.1. Deneme Toprağının pH, EC, Organik Madde Kapsamları ve Değerlendirilmesi	27
4.2. Deneme Toprağının Bitkiye Yararışlı Makro Element Konsantrasyonları ve Değerlendirilmesi	29
4.3. Deneme Toprağının Toplam Magnezyum Konsantrasyonları ve Değerlendirilmesi	33
4.4. Deneme Toprağının Alınabilir Mikro Element Konsantrasyonları ve Değerlendirilmesi	33
4.5. Yetiştirme Periyodunda Kışlık Ekmeklik Buğday’ da Belirlenen Bitkisel (Pomolojik) Parametreler	36

4.5.1. Kışlık ekmeklik buğdayda bazı morfolojik parametreler	36
4.5.2. Kışlık ekmeklik buğdayda klorofil-a, klorofil-b ve klorofilmetre (SPAD) ölçüm parametreleri ve değerlendirilmesi	38
4.5.3. Kışlık ekmeklik buğdayda dane örneklerinin toplam azot ve protein parametreleri ve değerlendirilmesi	39
4.5.4. Kışlık ekmeklik buğdayda dane örneklerinde makro element konsantrasyonları ve değerlendirilmesi	40
4.5.5. Kışlık ekmeklik buğday çeşidinin dane örneklerinde mikro element konsantrasyonları ve değerlendirilmesi	43
4.5.6. Kışlık ekmeklik buğdayda saman örneklerinin makro element konsantrasyonları ve protein içeriklerinin değerlendirilmesi	46
4.5.7. Kışlık ekmeklik buğdayda saman örneklerinin mikro element konsantrasyonları ve değerlendirilmesi	49
5. SONUÇLAR	51
6. KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘Kışlık Ekmeklik Buğday Yetiştiriciliğinde Magnezyum İle Biyozenginleştirme’ adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

20/09/2019

Elif Meltem SÖNMEZ



SİMGELER

Simgeler

N: Azot

P: Fosfor

K: Potasyum

Ca: Kalsiyum

Mg: Magnezyum

Na: Sodyum

Fe: Demir

Zn: Çinko

Mn: Mangan

Cu: Bakır

μ: Mikro

g: Gram

kg: Kilogram

da: Dekar

dS: Desi simens

mm: Milimetre

mmol: Mili mol

m²: Metrekare

%: Yüzde

CaCO₃: Kalsiyum Karbonat

MgSO₄: Magnezyum Sülfat

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Ekime hazır saksılar ve tohum ekim işlemi.....	22
Şekil 3.2. Buğday tohumlarının çimlenmesi.....	23
Şekil 3.3. Buğday bitkisine ait farklı gelişme periyodları	23
Şekil 3.4. Deneme sonunda elde edilen buğday daneleri.....	24



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. 2008-2017 Yılları Türkiye Buğday Ekim Alanı, Üretimi ve Verimi	4
Çizelge 2.2. Yetişkin insan vücudunda magnezyumun dağılımı	17
Çizelge 3.1. Deneme toprağı ve sertifikalandırılmış materyallerin analiz sonuçları.....	20
Çizelge 3.2. Deneme toprağının bitkiye yararışlı bazı elementlerinin analiz sonuçları.....	21
Çizelge 4.1 Deneme toprağının hasat sonunda pH, EC ve organik madde kapsamı	28
Çizelge 4.2. Deneme toprağının bitkiye yararışlı makro element konsantrasyonları....	31
Çizelge 4.2.' nin devamı.....	32
Çizelge 4.3. Deneme toprağının toplam magnezyum konsantrasyonları.....	33
Çizelge 4.4. Deneme toprağının alınabilir mikro element konsantrasyonları.....	35
Çizelge 4.5. Buğday bitkisinde bitki boyu, dane sayısı, bin dane ağırlığı ve kuru madde miktarı.....	37
Çizelge 4.6. Yaprak örneklerinde klorofil-a, klorofil-b ve klorofilmetre (Spad) ölçüm değerleri	38
Çizelge 4.7. Dane örneklerinin toplam azot konsantrasyonları ve protein içerikleri	39
Çizelge 4.8. Dane örneklerinin makro element konsantrasyonları.....	42
Çizelge 4.9. Dane örneklerinin mikro element konsantrasyonları	45
Çizelge 4.10. Saman örneklerinin toplam azot konsantrasyonları ve protein içerikleri	46
Çizelge 4.11. Saman örneklerinin makro element konsantrasyonları	48
Çizelge 4.12. Saman örneklerinin mikro element konsantrasyonları	50

1. GİRİŞ

Buğdayın tüm dünya ülkelerinde ana beslenme kaynaklarından biri olması, buğdaya stratejik bir ürün olma özelliği kazandırmaktadır. Buğday insan beslenmesi için gerekli olan kalori ve proteinin önemli bir kısmını karşılamakta olup dünya nüfusunun % 35'ini oluşturan yaklaşık 40 ülkenin temel gıdasıdır (Kendal vd., 2012). Buğday, dünyada ve ülkemizde gerek ekiliş, gerekse üretim miktarı bakımından ilk sırada yer alan ve insan besini olması yanında, hayvan beslenmesinde de kullanılan önemli bir kültür bitkisidir (Mut vd., 2007). Ancak ülkemizde genel olarak buğday verimi ortalama 250-300 kg da⁻¹ olup hedeflenen verimin oldukça altında kalmaktadır. Ülkemizde stratejik ürün olarak nitelendirilen buğdayın insan beslenmesindeki önemi göz önüne alındığında yetiştiriciliğinde verim ve kaliteyi etkileyen unsurların iyi yönetilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Yetiştiricilikte yapılan ihmaller, uygun sulama ve gübreleme programlarının uygulanmaması, besin elementi açısından fakirleşen topraklarda yetiştirilen buğdayın verim ve kalitesini düşürmektedir. Toprakta var kabul edilen besin elementlerini, gübre fiyatlarının da yüksek olması nedeniyle çoğu zaman çiftçi göz ardı etmekte ve klasik N,P,K gübrelemesini yeterli görmektedir. Diğer yandan buğday ve buğdaydan üretilen gıda maddeleri de yeterli kalite seviyesinden oldukça uzaktır. Bunun en önemli sebebi ülkemizde gübre fiyatlarının yüksek olması çiftçilerin gübre uygulamalarından kaçındıkları, ya taban gübreleme veya üst gübrelemeden birini tercih ettikleri ve uygulanması gereken dozların çok altında gübre uyguladıkları görülmektedir. Bu durum kaçınılmaz olarak verim ve kalitede düşüşe neden olmaktadır (Yalın, 2016).

Dünyada ve ülkemizde buğday bitkisi insan beslenmesinde yer alan temel gıdaların büyük bir bölümünün hammaddesini oluşturmaktadır. TÜİK verilerine göre ülkemizde 2016 yılında 76 719 448 da alanda buğday üretimi yapılmış yine aynı yıl 20 600 000 ton verim elde edilmiştir. Tarım yapılabılır 23.9 milyon hektarlık alan içerisinde % 49 ile en büyük payı tahıllar almaktadır. Toplam tahıl alanları içerisinde ise % 67'lik pay ile ilk sırada buğday yer almaktadır. Buğdayı % 24'lük pay ile arpa, % 6'lık pay ile mısır, % 1'lik pay ile çeltik takip etmektedir. Yulaf ve çavdar üretimimiz yeterli düzeyde olup alan olarak % 1'lere karşılık gelen payı uzun yıllardır aynı seviyeyi korumaktadır (TÜİK, 2016). Türkiye buğday ekim alanı dünya buğday ekim alanının % 3.5'ini oluşturmaktadır (USDA, 2017). Bu alan aynı zamanda Türkiye'de toplam işlenen tarım alanının % 33'ünü denk gelmektedir (TÜİK, 2016).

Son yıllarda dünya genelinde yetersiz beslenmenin (malnütrisyon) önemi vurgulanmaktadır. Yetersiz beslenme, bir kişinin enerji ve / veya besin alımında eksiklikler, aşırılıklar veya dengesizlikler anlamına gelir (Dünya Sağlık Örgütü, WHO). İnsanlarda yetersiz beslenme, çoğunlukla kronik açlık olarak anlaşılmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün tahminlerine göre (FAO, 2009), dünyada hali hazırda bir milyardan fazla insan –her altı kişiden biri- yetersiz beslenmektedir. Yetersiz beslenmenin bireysel refah ve ekonomik büyüme üzerindeki olumsuz küresel etkileri bilinmektedir (Stein, 2009). Gizli açlık veya makro besin ve özellikle mikro besin eksikliği hem mahsulün hem de insanların büyümesini ve gelişimini geciktirir. Toprağın mikro besin eksikliği, mahsul verimliliğini ve gıdaların besleme kalitesini sınırlayarak, beslenme ve insan sağlığını etkiler (Valença vd., 2017).

Magnezyum, bulunan miktar açısından insan vücudunda dördüncü (70 kg'lık bir insanda 2000 mEq), intrasellüler alanda ise potasyumdan sonra ikinci sırada bulunan

elementtir. Ana deposu kemikler olup % 60'ı burada kalsiyum ve fosfatla beraber bulunur. Kasların güçlenmesi, protein sentezi ve enzim sistemi aktivitesinde, hücrelerin büyümesinde ve yenilenmesinde önemli rol oynar. Dünya Sağlık Teşkilatının (WHO) ve Almanya Beslenme Enstitüsünün (DGE) belirlediğine göre, insan vücudunun günde ortalama 280-350 mg magnezyuma ihtiyacı vardır. Magnezyum adenozin tri fosfat ihtiva eden üç binden fazla enzimin, özellikle de fosfat transferi yapan enzimlerin kofaktörü olarak görev alır (McLean, 1994).

Biyozenginleştirme, bitkilerin özellikle yenilebilir kısımlarının (dane, yaprak, kök, çiçek) tarımsal yöntemler ile makro ve mikro besin konsantrasyonlarının artırılması olarak tanımlanabilir. Biyozenginleştirmede hedef, toplum tarafından sık tüketilen ürünlerin vitamin ve mineral konsantrasyonlarını yükselterek toplumda eksikliği görülen bu vitamin ve minerallerin besin yolu ile insanlara takviye edilmesidir.

İnsan ve bitki için önemli bir element olan Magnezyumun küresel anlamda en çok tüketilen bitki olan buğdayda biyozenginleştirme ile verim ve kalitede ekonomik fayda sağlayabilecek gübreleme dozlarının tespit edilerek gerekli tavsiyesinin yapılması planlanmıştır. Yapılan çalışmada kışlık ekmeklik buğday bitkisinde Magnezyum (Mg) elementi bakımından biyozenginleştirmenin bitkinin magnezyum konsantrasyonuna, verim ve kalite unsurları üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda yetiştirilen buğday bitkisine farklı dozlarda topraktan ve yapraktan Mg uygulayarak bitkilerin verim ve kalite açısından sonuçları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu sayede insan beslenmesinde önemli yer tutan buğday bitkisinde Mg uygulamasının etkisi ve ideal dozlarının belirlenmesi hedeflenmiştir.

Yürütülmüş olan projede buğday yetiştiriciliğinde topraktan ve yapraktan olmak üzere magnezyumlu gübre uygulamaları yapılarak özellikle elde edilen buğday danelerinin magnezyum konsantrasyonları arttırılmaya çalışılmış ve magnezyum açısından danede agronomik biyozenginleştirmenin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Buğday Bitkisi Hakkında Genel Bilgiler

Geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olan buğday bitkisi, insan beslenmesinde kullanılan kültür bitkileri arasında dünyada ekiliş ve üretim bakımından ilk sırada yer almaktadır. Buğday danesi uygun besleme değeri, saklama ve işlenmesindeki kolaylıklar nedeniyle yaklaşık olarak 50 ülkenin temel besin maddesi durumundadır. Buğday dünya nüfusuna bitkisel kaynaklı besinlerden sağlanan toplam kalorinin yaklaşık % 20'sini sağlamaktadır. Bu oran ülkemizde % 53'tür. Buğday başta unlu mamuller olmak üzere (ekmek, makarna, bisküvi, irmik vs.) birçok gıda ve sanayi sektöründe kullanılmaktadır.

Buğday üretimi, ülkemizin hemen her bölgesinde yapılmaktadır. Bu nedenle buğday, tarla bitkileri içerisinde ekiliş alanı ve üretim miktarı bakımından ilk sırada yer almaktadır. Ülkemizde artan nüfusla birlikte buğday talebi de artmaktadır.

Ülkemizde 23,4 milyon hektar alan tarım yapılabilir özelliktedir. Tarım alanlarımızın nadas alanları hariç %66,4'ü (15,5 milyon hektar) tarla ziraatına ayrılmıştır. Bu alanın da yaklaşık %71'inde (11,1 milyon hektar) tahıl üretimi yapılmaktadır. Toplam tahıl üretim alanları içerisinde %69'luk pay ile ilk sırada buğday yer almaktadır. Buğdayı %22'lik pay ile arpa, %6'lık pay ile mısır, %1'lik pay ile çeltik takip etmektedir. (TÜİK 2018).

Karbonhidrat kaynağı olan buğday; un hâline getirilerek ekmek ve diğer unlu gıdaların imalatında kullanıldığı gibi bulgur, makarna, irmik, bisküvi gibi çok değişik ürünler şeklinde günlük beslenmemizde de yer almaktadır. Öğütme teknolojisi sonucu ortaya çıkan kepek ve diğer yan ürünler ile düşük vasıflı buğdaylar hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca son yıllarda ortaya çıkan yenilenebilir enerji kavramıyla buğdayın biyoetanol üretiminde de kullanımına rastlanmaktadır.

Buğdaylar, botanik yapısına göre üç sınıfa ayrılmaktadır:

- Triticum Aestivum (ekmeklik buğday)
- Triticum Durum (makarnalık buğday)
- Triticum Compactum (topbaş veya bisküvilik buğday)

Ayrıca buğdaylar; sertlik, dane rengi ve ekiliş durumuna göre de sınıflandırılmaktadır:

- Dane sertliğine göre; sert buğday, yarı sert buğday, yumuşak buğday
- Dane rengine göre; kırmızı buğday, beyaz buğday
- Ekilişlerine göre; yazlık buğday, kışlık buğday

Sanayicinin buğday tercihi, kullanım amacına göre değişmektedir. Ekmeklik buğdaylarda protein oranı ve kalitesi ile un veriminin yüksek olması istenirken bisküvilik buğdaylarda ise düşük protein tercih edilmektedir.

Buğday danesi; kabuk (perikarp), rüşeym (embriyo) ve endosperm olmak üzere üç kısma ayrılır. Endosperm, danenin %85'ini oluşturur ve bu kısımdan un elde edilir. Kabuk kısmından elde edilen kepek çoğunlukla yem sanayinde kullanılır. Rüşeym (embriyo) ise genellikle kepeklerle birlikte kalmakta, bazen ayrılmaktadır. Rüşeym, gıda olarak tüketilmekte ve ayrıca buğday yağı elde edilmesinde kullanılmaktadır.

Buğday danesinin bileşimi, çeşitlerine göre ve bölgesel olarak değişiklik göstermesine rağmen ortalama %12 su, %70 karbonhidrat, %12 protein, %2 yağ, %2,2 selüloz ve %1,8 kül içermektedir.

Çizelge 2.1. 2008-2017 Yılları Türkiye Buğday Ekim Alanı, Üretimi ve Verimi(Kaynak: TÜİK, 2018)

Yıllar	Ekim Alanı (ha)	Üretim (Ton)	Verim (kg ha ⁻¹)
2008	8.090.000	17.782.000	2.345
2009	8.100.000	20.600.000	2.566
2010	8.103.400	19.674.000	2.440
2011	8.096.000	21.800.000	2.704
2012	7.529.639	20.100.000	2.672
2013	7.726.000	22.050.000	2.845
2014	7.919.208	19.000.000	2.429
2015	7.866.887	22.600.000	2.872
2016	7.671.945	20.600.000	2.710
2017	7.668.879	21.500.000	2.800

Birleşmiş Milletler bünyesinde faaliyet gösteren Uluslararası Ticaret Merkezi (ITC) verilerine göre; 2017 yılında ülkemiz dünya un ve bulgur ihracatında birinci, makarna ihracatında ise ikinci sırada yer almıştır. İrmik ve bisküvi ihracatımız ise her yıl artarak devam etmektedir.

Buğday geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olmasına rağmen fazla sıcak ve nemden hoşlanmayan bir serin iklim tahılıdır. Özellikle gelişiminin ilk dönemlerinde (çimlenme-kardeşlenme) sıcaklığın 8-10 °C, bağıl nemin % 60'ın üzerinde olması yeterlidir. Kardeşlenme ve sapa kalkma arasında da fazla sıcaklık istemez. 10-15 °C sıcaklık, % 65 nem, az ışıklı ve yarı kapalı havalar uygundur. Sapa kalkma ile sıcaklık ve nem isteği artar. Başaklanma döneminin hemen öncesinde bağıl nemin yüksek olması buğday verimini olumlu yönde etkiler. Döllenme ile birlikte, düşük nem ve yüksek

sıcaklık danenin niteliğini yükseltir. Gelişme dönemine uygun dağılmış 500 mm bir yağış maksimum verim için yeterlidir. Bununla birlikte bazı buğday çeşitleri 250 mm yağış alan alanlarda da yetiştirilebilmektedir. Buğday değişik tip topraklarda yetişebilen bir bitkidir. Verimsiz kıraç topraklarda ve verimli taban alanlarda yetiştirilebilen birçok buğday çeşidi vardır. Bununla birlikte buğday için en uygun topraklar, drenajı yeterli olan derin, killi tınlı tekstüre sahip, su tutma kapasitesi % 25-30 olan topraklardır.

Yüksek bir verim ve kaliteli ürün elde etmenin ön koşulu, tarlada uygun zamanda düzenli bir çimlenme ve çıkışın sağlanmasıdır. Yurdumuzda buğday genellikle güzden ve kışlık olarak ekilmektedir. Kışlık ekimde, yazlık ekime oranla daha yüksek verim elde edilmektedir. Ayrıca ekim zamanı çeşidin soğuğa toleransı ve vernalizasyon isteğine bağlı olarak değişmektedir. Ekim zamanı Kasım başından Aralık sonuna kadar uzayabilir. Fakat kıyı bölgelerimiz için en uygun ekim zamanı 15 Kasım-15 Aralık tarihleri arasındadır. Toprak sıcaklığının 8-10 °C olduğu zamanda ekim yapılmalıdır. Buğdayda dekara atılacak tohum miktarı; ekim zamanına, bin dane ağırlığına, çimlenme ve biyolojik gücüne bağlı olarak 18-24 kg arasında değişmektedir. Buğdayda yazlık olarak yapılacak ekimlerde ekilecek çeşidin yazlık karakterde olmasına dikkat edilmelidir.

Buğday, gübreye genellikle iyi tepki gösteren bir bitkidir. Gübreleme programlarının hazırlanmasında toprak analiz sonuçları, lokasyon, kuru ya da sulu tarım koşulları, kullanılan tohumluk çeşidi, hedeflenen ya da beklenen dane verimi gibi faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir. Genel itibarıyla azotlu gübrenin yarısı, fosforlu ve potasyumlu gübrenin tamamı ekimle birlikte verilmelidir. Azotlu gübrenin diğer yarısı ise kardeşlenme döneminde üst gübre olarak uygulanmalıdır. Üst gübreleme döneminde azotlu gübrenin uygulanması buğdayın en önemli bakım işlemidir. Eğer bu dönemde üst gübreleme yapılmaz ise verim ve kalite açısından sorunlar meydana gelir. Ülkemiz koşullarında mikro element gübrelemesinin (özellikle Fe ve Zn) de ihmal edilmemesi gerekmektedir.

Ülkemizde buğday genellikle sulama yapılmadan yetiştirilmektedir. Sulama imkânının olduğu yerlerde buğday, sapa kalkma ve çiçeklenme dönemlerinde sulanmalıdır. Fakat kurak geçen yıllarda bu kritik dönemler beklenmeden bitki strese girdiği zaman sulama yapılmalıdır.

Yurdumuzda buğday için hasat zamanı bölgelere göre değişmek üzere Mayıs-Ağustos ortaları arasındaki 3.5 aylık bir dönemdir. Danedeki nem oranı % 13.5 olduğu zaman en uygun hasat zamanıdır. Bitkiler tamamen sarardığı ve dane sertleştiği zaman hasat başlamalıdır. Ülkemizdeki buğdayın büyük bir kısmı biçerdöver ile hasat edilmektedir.

Depolanacak buğdayın nem oranı % 13'den fazla olmamalıdır. Uzun süreli depolamalar için depo haşerelerine karşı ilaçlama yapılmalıdır (Anonim 2014).

2.1.1. Buğday yetiştiriciliğinde bitki besleme ve kalite unsurları

Ateş ve Turan (2015), Bingöl ili merkez ilçesi tarım topraklarının bazı özellikleri ve verimlilik düzeylerini araştırdıkları çalışmada Merkez ilçesinde üretim alanlarının GPS ile koordinatları belirlenerek 29 farklı noktadan 0-20 cm derinlikten toprak örnekleri alınmışlardır. Toprak örnekleri alınırken arazi büyüklüğü, topografik yapı gibi faktörler göz önünde bulundurulmuştur. Suyu doygunluk (%), pH, toplam tuz (%), kireç (%), organik

madde (%), alınabilir fosfor ($\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$) ve alınabilir potasyum ($\text{kg K}_2\text{O da}^{-1}$) analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçları toprakların genellikle killi-tın bünyeli ve nötr veya nötre yakın reaksiyonlu olduğu, tuzluluk problemi bulunmayan toprakların kireç içeriğinin az kireçli ile orta kireçli arasında değiştiği, organik madde miktarının ise düşük düzeyde olduğu belirtilmiştir. İncelenen toprakların çoğunluğu, alınabilir fosfor bakımından yetersiz bulunmuş ve potasyum bakımından ise yeterli bulunmuştur.

Şahin vd. (2015), Orta Anadolu sulu koşullarında bazı ekmeklik buğday genotiplerinin verim ve kalite performanslarının belirlenmesi için yapılan bir çalışmada birbirini takip eden 4 üretim yıllarında, Konya lokasyonunda sulu koşullarda 18 ekmeklik buğday genotipi kullanılmıştır. Dane verimi, bin dane ağırlığı, protein oranı, kuru glüten, Zeleny sedimantasyon, sertlik, ekmek hacmi ve ekmek ağırlığı özelliklerinin incelendiği çalışmada ortalama değerler; verim 522 kg da^{-1} , bin dane ağırlığı 34.9 g, protein oranı %13.1, kuru glüten oranı %11.1, Zeleny sedimantasyon 39.4 ml, ekmek hacmi (EHACM) 463.3 cm^3 , ekmek ağırlığı (EAGR) 138.6 g olarak belirlenmiştir.

Tepecik vd. (2014), çiftçi koşullarında yapılan çalışmanın amacı ekmeklik buğday çeşidi Golia' ya (*Triticum aestivum* L. Cv.) farklı azotlu gübrelerin taban, üst gübre ve taban + üst gübresi şeklinde uygulayarak gübrelemenin önemine yönelik çalışılmıştır. Taban gübresi olarak DAP üst gübre olarak CAN ile Amonyum Nitrat gübreleri uygulanan buğday bitkilerinde bitki boyu, başak uzunluğu, başaktaki dane sayısı, başak dane ağırlığı ve bin dane ağırlığı yönünde incelendiğinde en yüksek verimin taban gübresi + üst gübre uygulamalarında ortaya çıktığı belirtilmiştir. Tam doz 20.20.0 uygulaması ile en yüksek bitki boyu (60.56 cm), başak uzunluğu (6.24 cm), başaktaki dane sayısı (33.69 dane/başak), bin dane ağırlığı (37.46 g) ve verim (747 kg da^{-1}) elde edildiği ayrıca incelenen parametreler açısından taban gübrelemesinin yapılmadığı, yalnızca üst gübrelemenin yapıldığı (Taban0 + ÜstN) uygulamasından, kontrole benzer sonuçlar elde edildiği ortaya çıkmıştır.

Haberle vd. (2008), başak gelişimi esnasında başak azotunun konsantrasyonunda su kaynağının etkisi ve kışlık buğdayda başak azot verimi (*Triticum aestivum* L.) tarla denemesinde tınlı kil toprak tekstürüne sahip topraklarda 3 üretim sezonu çalışmışlardır. Sulama rejimi hareketli yağmur korunakları (su kısıtlılığı: uygulama S) ve damla sulama (yeterli su kaynağı: uygulama W); yağmurla sulanan mahsül ise kontrol uygulaması (R) olarak düzenlenmiştir. Buğday azot noksan ve 200 kg N/ha gübre miktarları ile yetiştirilmiştir (sırasıyla N_0 ve N_1). Sulama kaynağının gübrenilmiş buğdayda başak azotunun konsantrasyonunda kayda değer şekilde çok etkili olduğu ve ($P < 0,001$) ve N_0 yani hiç gübre verilmeyen buğdayda kayda değer olmadığı ortaya çıkmıştır. Kuraklık, sulanmış ve yağmurla sulanmış mahsüller karşılaştırılınca kayda değer şekilde başak azot konsantrasyonunu arttırmıştır. Ortalama başak azot konsantrasyonları sıralı uygulamalarla N_0 'da S, R ve W % 1.52, 1.54 ve 1.56 ve N_1 'de % 2.50, 2.24 ve 2.07 olarak belirlenmiştir. Su kullanılabilirliği de başaktaki azot verimini kayda değer biçimde etkilemiştir ($P < 0.01$). Su kısıtlamasıyla gübrenilmiş buğdayda başak azot verimi kayda değer şekilde (139 kg ha^{-1}), başak azot verimi yağmurla sulanmış buğdaylar (174 kg ha^{-1}) ve sulama yapılan buğdaylara göre (182 kg ha^{-1}) daha düşüktür ki, N_0 'da farklılıklar kayda değer değildir. Başaktaki azot konsantrasyonunun aksine başak azot verimi mineral N kaynağı ile (N min.) 0-90 cm derinlikte erken ilkbaharda doğrudan alakalı olduğu görülmüştür (sırasıyla $r=0.98-0.99$ ve $0.83-0.97$ N_0 ve N_1 'de). Farklı iklim koşulları ve alakalı karakteristikler başak azot verimi ve başak azot konsantrasyonu arasında etkileşimler, N_0 ve N_1 koşulları altında birbirinin tersi olarak ortaya çıkmıştır.

Yılmaz vd. (1999), ekimde tohumla birlikte tohum yatağına uygulanan kompoze gübreleri hububat çimlenme, çıkış ve verimini inceledikleri bir çalışmada diamonyum fosfat (DAP normal), 20-20-0 ve iki ayrı üretici firmaya ait çinko katkılı 20-20-0 kompoze gübrelerini, ekimle birlikte 2.7 ve 7 kg azot/da azotlu gübre dozları ile üç farklı buğday çeşidine uygulamışlardır. 7 kg azot/da verilen uygulamaların ortalama bitki çıkışları 252 bitki olurken 2.7 kg/azot/da verilen uygulamalarda ortalama 326 bitki /m² olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verimler ise ekimde 2.7 kg azot/da verilen uygulamalar için ortalama 287 kg da⁻¹ olarak gerçekleşirken 7 kg N/da uygulamaların ortalaması 214 kg da⁻¹ kalmıştır. Tohum yatağına verilen azot dozunun bitki çıkışını ve verimini etkilemesi yanında, gübredeki mevcut azot formunun da incelenen kriterler üzerinde önemli bir etkiye sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca kompoze gübrelerdeki çinko içeriğinde hububat çimlenme, çıkış ve verim üzerindeki etkisi belirlenmiştir.

Zengin vd. (2011), hümkik asit uygulamalarının ekmeklik buğdayın verim ve verim unsurlarına etkilerinin araştırdıkları çalışmalarında tek yıllık üretim sezonunda ekimde tabana artan dozlarda (0, 10, 20, 30 ve 40 kg da⁻¹) uygulanan katı (granül) hümkik asidin Bezostaja-1 ekmeklik buğday çeşidinde verim, bitki boyu, m²' de başak sayısı, başakta dane sayısı, bin dane ağırlığı ve hasat indeksine etkilerini belirlemektir. Tarla koşullarında tesadüf parselleri faktöriyel deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülen denemede hümkik asit (HA) uygulamalarının kimyasal gübre (KG) kullanımını yarı yarıya azaltıp azaltmayacağı araştırılmıştır. Buğday dane verimi hiç KG ve HA uygulanmayan kontrol muamelesinde 343.5 kg da⁻¹ olurken, tam KG + 10 kg HA/da uygulamasında 1108.4 kg da⁻¹ olmuştur. Yarım KG + HA uygulamaları tam KG uygulamasından daha fazla verim sağlamıştır. Diğer taraftan en yüksek bitki boyu (114.20 cm) yarım KG + 40 kg HA/da ve en yüksek m²'de başak sayısı (1060 adet) ise tam KG + 20 kg HA/da muamelesi ile elde edilmiştir.

Atar (2010), bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde tohumla ön işlem ve azot dozu uygulamalarının kış öncesi büyüme özellikleri ile dane verimi ve kalite özelliklerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında üç farklı ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada 4 farklı azot dozlarının (0, 5, 10 ve 15 kg N/da) ve 4 farklı tohum uygulamasının (kontrol, saf su, 100 ve 200 ppm GA3) etkileri incelenmiştir. 3 saat süreyle ıslatıldıktan sonra oda sıcaklığında kurutularak ekilen tohumlara azot dozlarının yarısı ekimle birlikte, diğer yarısı sapa kalkma döneminde uygulanmıştır. 200 ppm GA3 uygulamaları % 50 çıkış süresini kısaltmış, fide uzunluğunu ise % 33 oranında artırmıştır. Ancak fide boyunun uzaması fide saplarında sararma, beyazlaşma ve yatmaya neden olduğu gözlenmiştir. İncelenen özellikler genel olarak değerlendirildiğinde 10 ve 15 kg N/da dozlarının olumlu etkileri benzer olmuştur. En yüksek dane protein oranı Karahan-99 çeşidinde, 15 kg azot dozu ve kontrol uygulamasında (%16.5) elde edilmiştir. Her iki yılın ortalamasında, en yüksek dane verimi Bağcı-2002 çeşidinde, 15 kg azot dozu ve saf su uygulamasında (415.0 kg da⁻¹) ile elde edilmiştir. Sonuçta üretim maliyetini artırmayan ön ıslatma uygulaması çiftçilere önerilmektedir.

Özdemir vd. (2015), yaptıkları araştırmada, kullandıkları bitkileri 100 cm uzunluğunda, 10 cm çapında, içinde kum bulunan tüplerde yetiştirilmiştir. Araştırma sonucunda, toplam kök biyokütlesi 0.39-2.17 g arasında değişirken, kök uzunlukları ise 87.3-104.3 cm arasında bulunmuştur. Toplam kök biyokütlesi ile gövd.e, toplam bitki biyokütlesi ve kardeş sayıları arasında istatistiksel anlamda önemli (p<0,01) pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Araştırmada, yeni buğday çeşitlerinin ıslahında, bitki gelişiminin

iyileştirmesinde ve kurağa toleransın arttırılmasında kök yapılarının da dahil edilmesine yönelik sonuçlar elde edilmiştir.

Gürbüz (2011), Trakya koşullarında baklagillerin kışlık 2. Ürün ve yeşil gübre olarak buğday-ayçiçeği münavebesine dahil edilmesinin buğday verimi ve azot beslenmesi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, Trakya sulu koşullarında, buğdaydan sonra kışlık II. ürün ve yeşil gübreleme amacıyla bir baklagil yem bitkisi (fiğ) yetiştirilmesinin, münavebede yer alan buğday bitkisinin azot ihtiyacını karşılaması üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, tek yıllık üretim sezonunda, baklagil yetiştirilmesi sonrası, ilkbaharda ayçiçeği ve daha sonra, sonbaharda buğday ekimi yapılmıştır. Toprakta organik madde ve toplam azot; bitki yaprak örneklerinde toplam azot, buğday danesinde protein analizleri yapılmış ve buğday verimi belirlenmiştir. Münavebe ve azot uygulamalarından elde edilen sonuçlara göre; baklagillerin münavebede yer aldığı uygulamalarda, buğday verimi ve buğdayın azotla beslenme durumu ikinci ve üçüncü münavebe dönemlerinde önemli derecede artmıştır. Buğday bitkisinin azot ihtiyacını karşılanma oranını belirlemek amacıyla uygulanan azotun alt konularından ise, buğday tarımında baklagil bitkileri ile münavebe uygulamaları buğdaya verilecek azot miktarının azaltılabileceği, hatta yeşil gübrelemenin münavebe sisteminde sürdürülmesi durumunda, azot verilmeden de yeterli verime ulaşılabileceği sonucuna varılmıştır.

İbrikçi vd. (2011), Çukurova bölgesi buğday alanlarında topraktaki mineral azot ile verim ve azot kullanımı arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında azotun(N) çiftçiler tarafından en çok kullanılan gübre olduğu ve tüm bitkiler tarafından en fazla istenen besin elementi olduğundan bahsetmiş ve bu nedenle, kullanılan N' lu gübre miktarını azaltmak veya bitkinin yarıyışlı halde kullanacağı miktara çekmek için toprak profilindeki mineral azot (Nmin) ($\text{kg NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N ha}^{-1}$) ile buğday verimi ve bitki tarafından kaldırılan N ilişkilendirilmiştir. Tek üretim sezonunda, 9.495 ha' lık Akarsu Sulama Havzasından seçilen 18 adet buğday tarlalarından 0-90 cm toprak derinliğinden ekim öncesi ve sonrası toprak örnekleri alınarak NO_3 ve NH_4 analizleri yapılmıştır. Ayrıca, aynı tarlalardan alınan bitki örneklerinde verim ve bitkice kaldırılan N ölçülmüştür. Topraklarda iki yılda ölçülen profildeki toplam Nmin ile (ortalama 86 kg Nmin ha^{-1}), verim ve kaldırılan N arasında(ortalama 185 kg N ha^{-1}) anlamlı pozitif ilişkiler bulunmuştur. Ayrıca, hasat sonunda profilde kalan Nmin ortalama 53 kg Nmin ha^{-1} olarak bulunmuş olup, 2. ürün mısır için potansiyel bir depo oluşturduğu belirtilmiştir.

Kahraman (2006), bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı ekim zamanı ve azotlu gübreleme uygulamalarının, dane dolum süresi ve dane dolum oranı ile verim ve kalite unsurlarına etkilerinin belirlenmesi çalışmasında iki üretim sezonunda yürütülen çalışmada; üç farklı ekim zamanı; 1. Erken ekim (1-5 Ekim) 2. Normal ekim (20-25 Ekim) ve 3. Geç ekim (10-15 Kasım) ve iki farklı azotlu gübre uygulamasının Trakya Bölgesi'nde yaygın olarak ekilen altı ekmeklik buğday çeşidinde dane dolum süresi ve dane dolum oranı ile verim ve ürün kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan regresyon analizi sonucuna göre dane verimini normal ekim>geç ekim>erken ekim şeklinde sıralanmıştır. Ekim zamanı ve gübre uygulamalarının incelenen özellikler üzerine etkilerinin yıllara göre farklı olduğu belirtilmiştir. Dane dolum oranı ile bin dane ağırlığı arasında olumlu ve önemli bir ilişki ortaya çıkmıştır. Başakta dane sayısı arasında ise önemli ancak olumsuz bir ilişki saptanmıştır. Dane dolum süresi ile dane verimi arasında ilk yıl olumlu ve önemli bir ilişki belirlenirken,

ikinci yılda ise olumlu ancak önemsiz bir ilişki saptanmıştır. Başaklanma döneminde uygulanan II. azotlu gübrelemenin, dane verimi ve bazı verim öğelerini etkilemezken, özellikle kalite unsurlarından dane protein oranı, gluten miktarı ve sedimantasyonda önemli artışlar sağladığı belirtilmiştir.

Rasmussen vd. (2015), nitrat birikimini zirai alanlarda azaltmak için yapılması gereken bir yol olan mahsulün topraktan N alım etkinliğini arttırmak fikrinden yola çıkarak, toprak N tüketiminin ölçülmesi hedeflenmiş ve kumlu tın topraklarda ekimi yapılmış olan yaygın olarak üretilen buğday çeşitleri üzerinde yapılan 2 yıllık tarla denemesi sonucunda, N gübrelemesinin köklerin gelişimi üzerindeki etkisi ve inorganik topraklarda toprak N kullanımı ölçülmüştür. Kışlık buğday köklenme bölgesinde ki veriye ulaşmak için, ölçüm 2.3 m toprak derinliğinde yürütülmüştür. Kök gelişim minirhizotron yardımıyla ölçülmüştür. Bununla birlikte toprak altı ölçümlere paralel olarak, toprak üstü biyokütle ve N alımı ölçülmüştür. 2 yıllık deneme de ortalama maksimum kök derinliği sırasıyla 1.1 ve 1.5 m ve ortalama kök derinliğine giriş oranı sırasıyla 0.7 ve 1 mm C⁰ gün⁻¹ dir. N gübrelemesi kök yoğunluğunu etkilemiştir ve en az 150 kg N ha⁻¹ uygulaması bu etkiyi göstermiştir. Kök derinliği yoğunluğu üzerindeki etki toprak seviyesinde 0.5 m'nin altında N gübrelemesi etkisi görülmemiştir. Çeşitler arasında kök büyümesi arasında farklılıklar görülmüştür, yine de güçlü olarak bu durumdan bahsedilmez. Hereford çeşidi yüksek kök yoğunluğu ve daha derine kök büyümesi bakımından elverişli olduğu görülmüştür ve bu eğilim alt topraktan N tüketimi ile ilişkilendirilmiştir. Aynı zamanda Hereford diğer çeşitlerle karşılaştırıldığında daha yüksek N kullanım etkisi ile birlikte, her bir N kaynağı ile daha fazla başaklanma göstermiştir. Mevcut deneme koşulları altında var olan, 150 kg N ha⁻¹ lik spring uygulaması hasattan sonra toprakta kalan nitrat miktarını arttırmıştır. Bununla birlikte gübre miktarı 150'den 250 kg N ha⁻¹ a yükseltildiğinde her 100 kg'lık artışta ortalama %36 gübre toprakta kalmıştır. 250 kg'dan 350 kg N/ha artışta ise N miktarının %90'nı toprakta kalmıştır. Toprakta yüksek azotlu gübre birikimi daha çok toprağın üst katmanlarında görüldüğü gibi alt katmanlarda da kayda değer bir miktarda gözlenmiştir.

Ünsal (1993), azotlu gübrenin değişik uygulama zamanlarının bazı önemli ekmeklik buğday çeşitlerinin ekmeklik kalitesine etkisini araştırdığı çalışmasında azotlu gübrenin dört ekmeklik buğday çeşidinde fiziksel, kimyasal, teknolojik ve ekmeklik özelliklerine olan etkisini incelemiş, 9 kg da⁻¹ azot dozu esas alınarak sıfır azot uygulaması, tamamı ekimle birlikte, yarısı ekimle-yarısı kardeşlenmede, %50'si ekimle %25'i kardeşlenme ve %25'i başaklanma zamanında ve tamamı kardeşlenme zamanında uygulanmıştır. Sonuç olarak azot uygulama zamanlarının dane kalitesine önemli bir etkisi görülmemiştir. Ekmeklik kalite özelliklerinden kabuk rengi ve simetri yapısının her iki yıl içinde, azotun tamamının ekimle verilmesi olumlu etkilerken, azotun tamamının kardeşlenme zamanında verilmesi ekmek hacmi ve dane rengi ile simetri yapısının olumsuz etkilenmesi sonucuna varılmıştır.

Sezal vd. (2007), Kahramanmaraş koşullarında farklı azot seviyelerinde üç ekmeklik buğday çeşidinde fenolojik dönemler, verim ve verim unsurlarına etkisini araştırıldığı çalışmalarında farklı azot seviyelerinin üç ekmeklik buğday çeşidinde; verim, verim unsurları ve fenolojik dönemlere olan etkisini belirlemek amacıyla tarla denemesi yürütmüşlerdir. Ekmeklik buğday çeşitleri (Seri-82, Genç-99 ve Golia) ana parsellere, azot seviyeleri (5, 10, 15, 20 ve 25 kg N/da) alt parsellere tesadüfi olarak dağıtılmıştır. Araştırmada; vejetatif periyot (VP), dane dolun periyodu (TDP), ekim-olgunlaşma süresi (EOS), metrekaresindeki başak sayısı (MBS), başaktaki dane sayısı (BTS), başaktaki dane

ağırlığı (BTA), biyolojik verim (BV), hasat indeksi (Hİ) ve dane verimi (TV) incelenmiştir. Azot dozlarının; ilk yıl vejetatif periyot, dane dolum periyodu, ekim-olgunlaşma süresi, metrekaresindeki başak sayısı, başaktaki dane sayısı, başaktaki dane ağırlığı, biyolojik verim, hasat indeksi ve dane verimi üzerindeki etkisi, ikinci yıl ise metrekaresindeki başak sayısı ve biyolojik verim üzerindeki etkisi önemli, diğer karakterler üzerindeki etkisi önemsiz olmuştur. Çeşitler; BTA, BV ve Hİ yönünden her iki yıl, TDP ve BTS bakımından ise ilk yıl önemli ölçüde farklı bulunmuştur. Biyolojik verim, Hİ ve TV yönünden ilk yıl çeşit X azot dozu interaksyonu önemli bulunmuştur. Yöre koşullarında TV yönünden en uygun azot seviyesi 15 kg N/da olarak belirlenmiştir.

Steinfurth vd. (2011), yaptığı çalışmaya göre kükürt gübrelemesi olgun buğday tohumunun protein içeriğine ve verimine faydalı etkisinin olduğu, buna rağmen, S'lü gübrelemesinin depo protein içeriğine etkisini anlamının, S- içeren bileşenlerin ve başak gelişim boyunca dağılımlarının belirlenmesiyle ortaya çıkacağı anlaşılmıştır. Türki (Triticum aestivum L.) çeşidinin saksı denemesi yoluyla 3 farklı S düzeyinde gübreleme ile (0g, 0.1g ve 0.2g S her bir saksı için) ve geç S gübre seviyesi çiçek ortaya çıkışında yürütülmüştür. Yaprak sapı ve yaprak, bayrak yaprak, başak ve tohumlar; başaklanma başlangıcında, süt olum ve olgunlaşma safhalarında ayrı ayrı hasat edilmiştir ve S elementi, sülfat, glutation ve protein konsantrasyonu için analiz edilmiştir. Sülfat yaprak sapında, yaprakta ve başaklanma başlangıcı ve devamında başaklarda S kaynağı olarak ana bir bileşen olduğu bilinciyle yapılan çalışmada düşük ve yüksek S konsantrasyonundaki arasındaki fark, buğdayın süt olum safasında apaçık ortaya çıkmıştır. Başak teşviki esnasında ve süt olum döneminde başaktaki N/S oranı, başağın olgun dönemdeki N/S oranları için fikir verdiği belirtilmiştir. Geç S gübrenmesi bayrak yapraktaki sülfat konsantrasyonunu iki haftalık kısa bir sürede başak teşviki esnasında arttırdığı ortaya çıkmıştır. Geç kükürt gübrelemesinin, buğday gelişiminin geç dönemlerinde S noksanlığını önlediği ve daha fazlası S konsantrasyonunun eşitlenmesine sebep olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca S gübresinin sadece ekimde uygulanmasına göre glutatyon ve proteinin buğdayın bütün organlarına eşit dağılmasını sağladığı ortaya çıkmıştır.

Zörb vd. (2013), kışlık buğday bitkilerinin son olgunluk döneminde başakların farklı organlarında bulunan metabolitlerin düzenine, değişen kükürt beslenmesinin etkisi hakkında çok az bilginin olmasından yola çıkarak çalışma yapmışlardır. Metabolizmada çoğunlukla anlaşılan S gübresi oranlarının artışından etkilenmesi bununla birlikte kısmen ilgili olarak çözülmesi zor olan buğdayda başak dolumuyla ilgili kükürde dayalı fizyolojik süreç çözülmesinin sonucunda değişen kükürt besininin metabolit içeriğine ve olgunlaşmış buğday başağı ve buğdayın vejetatif aksamlarındaki dağılımını araştırmışlardır. Gaz kromatografi kütle spektrometriye dayalı metabolit progilleri ortaya çıkması ile, S noksanlığı bitkinin gövdesindeki metabolitlerin kütlesini azalttığı sap, saman ve başaktaki metabolit konsantrasyonunu da arttırdığı gözlemlenmiştir. Şaşırtıcı şekilde, 109 belirlenebilir metabolitten dördü ki bunlar; N-asetil glokozamin, lisin, ferulik asit ve beta aminoisobütrikdir, metabolit profilinde en çok sorumlu olan organa özel farklılıkları göstermiştir. S noksan koşullar altında, N-asetil- glukozamin, lisin ve beta amino izobütrik kaynak dokulardan artarak başaklara ve tohumlara transfer edilmiştir.

Bahar (2015), organik koşullarda yetiştirilen bazı ekmeklik buğday genotiplerinde, bazı agronomik, fizyolojik ve teknolojik özellikler arasındaki ilişkilerin saptanması konusunda yapılan çalışmada organik koşullarda 19 kışlık ekmeklik buğday çeşidinin agronomik, fizyolojik ve teknolojik özellikler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır.

Yapılan çalışmaya göre tam çiçeklenme ve orta hamur olum dönemlerinde klorofil içeriklerinin protein oranı, yaş glüten oranı, enerji ve sedimantasyon değerleri arasındaki önemli olumlu ilişkileri, klorofil içeriklerine bağlı olarak kalite değerlerinin de arttığı ortaya çıkarken, enerji, danede ve unda sedimantasyon değerlerinin, protein oranı, yaş gluten oranı, dane verimi ve biyolojik verimle olan önemli olumsuz ilişkileri; kalite ve verim arasındaki tezatlığı bir kez daha doğrulamıştır. Ayrıca, başaklanma süresi ile protein oranı, yaş glüten oranı, alveografik enerji değeri ve dane sedimantasyon değerleri arasında önemli olumlu ilişkiler bulunmuştur.

Murozuka vd. (2015), yaptıkları çalışmaya göre ürün içerikleri lignoselülozik biyokütle olarak kullanılmaktadır ve bu içerikler biyokimyasal ve termokimyasal ayrışmayla kullanılır. Bu dönüşüm etkisi ana organik bileşenlere dayandığı gibi, diğer elementlerde rol almakta ve de biokütle kalitesi parametrelerinde dikkate alınmaktadır. 20 kışlık buğday (*Triticum aestivum* L.) genotipleri iki farklı coğrafik bölgede yetiştirilmiş ve başak kısmı silisyum (Si), kükürt (S), azot (N) ve potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) mineralleri analiz edilmiştir. Başak kuru maddesinde Si konsantrasyonları 11.3 kg⁻¹ ve 23.4 kg⁻¹ arasında değişmektedir ve genotipler arasında ve iki bölge arasında kayda değer değişim gözlenmiştir. Kayda değer değişimler N hariç S, K ve Ca' da belirlenmiştir. Enzimatik şekere dönüşme etkisi farklı genotipler arasında belirgin olarak gözlenmiştir. Si' un sap samanda ki konsantrasyonu şeker salınımını, enzimatik şekerleşme esnasında etkilememiş, toplam karbon (C) olumlu etkilenirken S ve K bu durumdan olumsuz etkilenmiştir. Anlaşılmıştır ki başak biyokütlesinin kalitesi, biyoenerji için gerekli genotip seçimi ve büyüme şartları oluşturularak ortaya çıkabilir

Li vd. (2015) tarafından, yapraktan N ya da P' la birleştirilen Zn' lu gübrelemenin, buğday başağındaki Zn konsantrasyonu ve bio kullanılabilirlik açısından etkisinin ölçülmesi için 2 yıl süreyle bir deneme yürütülmüştür. Olgunlaşma döneminde, başaklar hasat edildikten sonra, un ve kepek halinde besin analizi için ayrılmıştır. Hem yüksek N kaynağı hem de yapraktan Zn gübresi uygulaması Zn konsantrasyonunu yüksek oranda arttırmış ve bio kullanılabilirliği hem başakta hem de başağı oluşturan diğer kısımlarda arttırmıştır. Sadece yapraktan uygulamayla karşılaştırıldığında, yapraktan Zn ve N, Zn konsantrasyonunu ve bio kullanılabilirliği artırırken, yapraktan Zn uygulaması P'la birleştirildiğinde, Zn konsantrasyonunu ve bio çeşitliliği azaltmıştır. Bununla birlikte, yapraktan Zn, P uygulaması ile birleştirildiğinde protein konsantrasyonunu, sadece Zn uygulanmasına göre kısmen de olsa arttırmıştır. Protein konsantrasyonu hem toprak N hem de yapraktan Zn uygulamasının N uygulaması ile birleştirilmesi uygulaması sonucunda, başağın tamamı ve unda kayda değer miktarda artarken phytate konsantrasyonunu azalttığı bildirilmiştir. Bu nedenle yapraktan Zn uygulaması ve artı N uygulamasının beslenmede Zn mikro besini noksanlığını önlemek amacıyla özellikle unun günlük beslenmede önemli bir parçası olan ülkelerde umut vadeden bir çalışma olabileceği açıklanmıştır.

Işık vd. (1999), Konya ve Karaman illeri tarım topraklarının bazı özellikleri ve bitkiye yarayışlı mikro element konsantrasyonlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada 1028 ayrı noktadan toprak örneği alarak analiz etmişlerdir. Yapılan analizler sonunda yöre topraklarının genellikle ağır bünyeli, kireç ve potasyumca zengin, organik madde bakımından fakir olduğu görülmüştür. Toprak örneklerinin % 49.7'sinde Fe noksanlığı (2.5 ppm' den az), % 65.8'inde ise Zn noksanlığı (0.5 ppm' den az) görülürken genel olarak Cu ve Mn noksanlığı görülmediğini bildirmişlerdir.

Gezgin vd. (1999), farklı fosforlu gübre ve çinko dozlarının ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin verim ve verim unsurlarını incelemişlerdir. Farklı fosforlu gübre ve Zn dozlarının Konya sulu tarım şartlarında buğday çeşitlerinin verim unsurları, danede protein oranı ve yaprak fosfor ve Zn kapsamı üzerine olan etkisini araştırdıkları bir çalışmada üç farklı fosforlu gübre (20.20.0 kompoze, DAP ve TSP) ,üç farklı Zn dozu (kontrol, 1.5 kg da⁻¹ Zn ve 3 kg da⁻¹ Zn) ve iki ekmeklik ve ikisi makarnalık olmak üzere 4 buğday çeşidi kullanmışlardır. Dane verimi, metre karedeki başak sayısı ve bayrak yaprakların çinko kapsamı bakımından fosforlu gübreler, çinko dozları ve buğday çeşitleri arasında ki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Dane verimi ve metre karedeki başak sayısı en yüksek 20.20.0 kompoze gübrede elde edilmiş ve bunu DAP ve TSP izlemiştir. En yüksek dane verimi ve metre karedeki başak sayısı 1.5 kg.da⁻¹ çinko uygulaması ile alınmıştır. Kontrole kıyasla dane verimi ve metre karedeki başak sayısı 1.5 kg da⁻¹ Zn dozunda % 9 ve % 17.6 ve 3 kg da⁻¹ Zn dozunda % 8 ve % 3.2 oranlarında artmıştır. Danede protein oranı üzerine fosforlu gübreler ve Zn dozlarına etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Fosforlu gübreler başaklanma döneminde bayrak yaprakların Zn kapsamı bakımından 20.20.0 kompoze > TSP> DAP ve fosfor kapsamı bakımından DAP>TSP>20.20.0 şeklinde sıralanmışlardır. Başaklanma döneminde bayrak yapraklarının fosfor kapsamı üzerine Zn dozları ve çeşitlerinin etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Toğay ve İpek (2015), buğday çinko ve fosfor uygulamalarının verim ve verim öğelerine etkisinin araştırıldığı çalışmada farklı çinko ve fosfor dozları uygulamalarının buğdayda verim ve verim öğelerine etkisini belirlemek üzere tek yıllık yetiştirme sezonunda Cumhuriyet-75 buğday çeşidine üç farklı fosfor (0, 6 ve 12 kg.da⁻¹) ve üç farklı çinko dozu (0, 200 ml ve 400 ml da⁻¹) uygulanarak verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada birim alan dane verimi, biyolojik verim, hasat indeksi, danede protein oranı, danedeki fosfor içeriği, danede çinko içeriği, bitki boyu, başak boyu, başakçık sayısı ve dane sayısı, bin dane ağırlığı ve metre karede başak sayısı incelenmiştir. Deneme sonucunda çinko ve fosfor dozlarının verim ve verim öğelerinde önemli artışlar sağladığı belirlenmiştir. En yüksek dane verimi, 465,6 kg da⁻¹ ile 6 kg da⁻¹ fosfor + 400 ml da⁻¹ çinko uygulamasından elde edilmiştir.

Çakmak vd. (2012), insanların Zn noksanlığının giderilmesi amacıyla buğdayda Zn içeriğinin yükseltilmesini hedeflemişlerdir. Bu amaçla yaptıkları çalışmada üç yıl tarla denemesi yürütmüşlerdir. Bu denemede dört farklı çinko uygulaması yapmışlardır. Bu uygulamalar: Çinko uygulaması olmadan (kontrol), sadece yapraktan çinko uygulamasıyla, sadece topraktan çinko uygulaması yapılarak ve hem yapraktan hem de topraktan çinko uygulaması yaparak gerçekleştirmişlerdir. Çalışmadan elde ettikleri veriler ışığında buğdayda çinko gübrelemesinin çinko biofortifikasyonuna etkisini araştırmışlardır. Denemeler 23 farklı bölge üzerinde Çin, Hindistan, Kazakistan, Meksika, Pakistan ve Zambia’ da gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre 23 bölge/yıl boyunca yapılan yapraktan çinko uygulaması veya topraktan uygulamayla birleştirilmesi başaktaki çinko konsantrasyonunu, sıfır çinko kullanımına göre 27 mg kg⁻¹’dan, 48 mg kg⁻¹’a yükselmesine neden olmuştur ve başaktaki Zn oranının sırasıyla % 84’den % 90’a artmasına neden olmuştur. Bütün deneme alanlarında toprak çinko noksanlığı büyümeyi kısıtlayıcı bir faktör olmadığı, başak veriminde topraktan çinko gübrelemesi sonucunda kayda değer artış sadece Pakistan’da yapılan denemelerde elde edilmiştir. Bütün bölgeler ve yetiştirme yılları birleştirildiğinde topraktan çinko gübrelemesi başak verimini %5 civarında arttırmıştır. Yapraktan Zn uygulamasından önce yapılan topraktan Zn

uygulaması yapraklarda az miktarda Zn birikimine neden olmuş ve başaktaki Zn konsantrasyonunu sadece % 12 arttırmıştır. Sonuç olarak yapraktan Zn gübrelemesi, verim kaybına yol açmadan, buğday başak veriminin de Zn ile biofortifikasyona yol açmasında başarılı olduğu gibi kırsal alanlarda yapraktan Zn gübre yaklaşımı Zn diyetinde kullanımı ve insanların Zn noksanlığını gidermek amacıyla kullanılmasında başarılı olabileceğini bildirmişlerdir.

Çakmak vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada insan beslenmesinde demir ve çinko noksanlıklarının giderilmesi amacıyla buğday bitkisinde genetik çaprazlama yöntemiyle çinko ve demir için biofortifike çeşitlerin yetiştirilmesi hedeflenmiştir. Uygun genetik çeşitliliğin kullanılması amacıyla demir ve çinko içeriği yüksek doğal ve sentetik buğdaylar çaprazlanmıştır. Oluşturulan kanıtlama çalışmasında, biyofortike olan rekabetçi buğday hatlarının hedeflenen alanlarda temel zirai özelliklerden ödün vermeden uyum sağladığı gözlemlenmiştir. Tarımsal biofortifikasyon boyunca gübreleme uygulaması yetiştirme de tamamlayıcı görevi görebilir; örneğin yapraktan Zn uygulaması başaktaki Zn miktarını beslemeciler tarafından belirlenen miktarın üstünde çıkmasına neden olur. Bu yorum buğdayda demir ve çinkonun genetik ve tarımsal biofortifikasyon stratejisinin bir arada yürütülmesi gerektiğini ortaya çıkarmıştır.

Çakmak vd. (2012), azot beslenmesi ve çiçeklenme sonrası çinko kullanılabilirliğinin oransal önemini araştırmışlardır. Cevap aranan bir soru olan başak dolumu esnasında kökten çinko alımının mı veya çiçeklenme dönemi öncesinde remobilizasyon yöntemiyle başakta çinko dolumunun oluşmasının mı daha etkili olduğu yapılan çalışmalarla araştırılmaktadır. Makarnalık buğday bitkileri Zn (0.5 μ M) ve üç farklı N seviyesinde besin çözeltisinde (0.5; 1.5; 4.5 mM) yetiştirilmiştir. Bitkilerin üçte biri çiçeklenme dönemine geldiğinde hasat edilmiştir. Bitkilerin bir yarısı yeterli miktarda Zn ile yetiştirilmiş iken, bitkilerin diğer yarısına çiçeklenme esnasında çinko verilmemiştir. Kökler, gövde ve başaklar Zn ve N bakımından ayrı ayrı hasat edilmiş ve analiz edilmiştir. N kaynağına dayanarak, çiçeklerdeki çinkonun kaynağına alıkoyulduğunda başakta ki çinkonun neredeyse tamamı Zn' nun remobilizasyonu ile çiçeklenme öncesi dönemde sağlandığı; aksi halde başaktaki Zn' nun % 100'ünün çiçeklenme sonrasında alınmış olduğu hesaplanması gerekirdi. Kardeşlenmenin teşvikiyle ve başak verimi ve başak dolumunun devam etmesiyle, yüksek azot kaynağının Zn alımını ve başakta Zn birikimine katkı sağlamasına yol açar. Başak dolumu sırasında Zn kullanılabilirliği sınırlandığında Zn birikimi için remobilizasyon çok kritik öneme sahiptir. Buna rağmen kökten alım devam edebilirse başak gelişimi süresince eş zamanlı olarak alınan çinko, yüksek azot kaynağı tarafından tercih edilir ve net remobilizasyonu gölgeler.

Hui Liu vd. (2012), insan beslenmesinde önemli yer tutan buğday bitkisinin yazlık ve kışlık çeşitler üzerinde Fe ve Zn elementlerinin etkisini araştırmışlardır. 2009'dan 2011'e kadar süren çalışmada Çin'in önde gelen buğday üretim bölgesinde 655 tarla da buğday örneği alıp bir dizi analizler yapmışlardır. Bu analizlerle başak verimini ve başakta Fe ve Zn konsantrasyonları ölçülmüştür. Başak verimleri sırasıyla 5423 ve 6565 kg ha⁻¹ olarak yazlık ve kışlık buğdaylar için oldukça yüksek ortaya çıkmıştır, buna ilişkin başaktaki Fe konsantrasyonları 48.2 ve 45.1 mg kg⁻¹ ve Zn konsantrasyonları da 30.4 ve 30.3 mg kg⁻¹ olarak ortaya çıkmıştır. Yazlık ve kışlık buğday çeşitlerinde tavsiye edilen başak besin içerikleriyle karşılaştırıldığında sırasıyla % 63 ve % 72 Fe eksik ve % 88 ve % 87 Zn eksik olarak belirlenmiştir. Bölgesel olarak başaktaki Fe ve Zn konsantrasyonları yüksek verimli bölgelere göre daha düşük çıkmıştır. Hem yazlık hem de kışlık buğday

çeşitlerinde, başaktaki Fe konsantrasyonu belirgin olarak ve pozitif yönde başaktaki Zn konsantrasyonu ile ilişkilendirilmiştir. Başaktaki her 1 mg kg⁻¹ Zn artışı, Fe konsantrasyonunun sırasıyla 0.6 ve 0.3 mg kg⁻¹ yazlık ve kışlık çeşitlerde arttırdığı gözlemlenmiştir. Buna rağmen Fe ve Zn konsantrasyonları belirgin biçimde ve başak verimiyle olumsuz ilişkilidir ki her 1000 kg ha⁻¹ başak verimi artışıyla, yazlık ve kışlık buğdayda Fe konsantrasyonunda sırasıyla 2.1 ve 1.3 mg kg⁻¹ ve Zn konsantrasyonu 0.9 ve 1.3 mg kg⁻¹ azalmış olduğu ortaya çıkmıştır.

Garvin vd. (2006), buğdayda mikro element konsantrasyonu üzerine yaptıkları çalışmada buğday (*Triticum aestivum* L. Em. Thell) veriminde ıslah yolu ile ciddi artış sağlandığı, ancak bu teknik ile tohum mikro besin içeriği açısından nasıl etkilendiğinin net olarak bilinmediğinden yola çıkarak bu soruya cevap aramıştır. Yaptıkları çalışmada tohumdaki demir (Fe), çinko (Zn), bakır (Cu) ve selenyum (Se) içerikleri yüzyılı aşkın süredir üretimi süren 14 Birleşik Devletler (US) kırmızı kışlık buğday çeşitlerinde ölçülmüştür. Çalışma sonuçları Kansas’ da iki farklı bölgede yürütülmesi ile elde edilmiştir. Tohum içerisinde bulunan Fe, Zn ve Cu içerikleri indükte edilerek birleştirilmiş plazma emisyon spektroskopisi (ICPAES) ve Se içeriği hidratla üretilmiş atomik absorpsiyon spektrometrik yöntemle ortaya çıkarılmıştır. Bölgenin farklılıklarının tohumda mikro besin içeriğine etkisi açısından önemli etkileri ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde çeşitler arasında tohum mikro besin içeriklerinde önemli farklılıklar her iki bölgede de belirlenmiştir. Her iki bölgede de olumsuz yönde kayda değer tohum çinko içeriğinde azalma olduğu ortaya çıkmıştır. Varyete ortaya çıkış tarihinde tohum Se içeriğindeki azalma tek bir bölgede önemli ve negatif yönde oluşmuştur. Bu sonuçlar göstermektedir ki, çeşitlerde US sert kırmızı kışlık buğday ürünüde genetik sonuçla tohumdaki Fe, Zn ve Se konsantrasyonunun artışı eğilimindedir. Bununla birlikte, bu varyasyon açıkça göstermektedir ki, incelenen sonuçlar aynı zamanda çevresel faktörlerden de etkilenmektedir.

2.2. Magnezyum Elementinin Bitkide Önemi

Bitkilerde Magnezyum çoğunlukla, hücre özsuyunda inorganik tuzlar şeklinde, klorofil molekülünün yapı maddesi olarak ve protoplazmada bileşikler şeklinde bulunduğu inanılmıştır (Kaçar ve Katkat, 1998).

Mg, normal bitki büyümesi ve gelişimi için gerekli olan ve fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerde kilit rol oynayan bir makro besindir. Mg, (+) iki değerli bir katyondur ve enzim aktivasyonu, fosforilasyon, protein ve klorofil biyosentezi, fotosentez ve karbonhidrat bölümlenmesinde vazgeçilmez bir role sahiptir (Marschner, 2012).

Glutamin sentaz, fenofenolpiruvat (PEP) karboksilaz, RuBP karboksilaz, glutamin sentaz ve fruktoz⁻¹,6-bisfosfataz gibi birçok enzimin aktivitesi ya Mg gerektirir ya da varlığı ile artar (Marschner, 2012; Gerhardt ve diğerleri, 1987; O’Neal ve Joy, 1974; Pierce, 1986).

Fotosentetik enzimlerin hem Mg varlığına hem de yapraklarda biriken şekerlere bağımlılığı, Mg eksikliği altında fotosentezin inhibe edilmesine yol açmaktadır (Laing vd., 2000; Hermans vd., 2004; Wingler ve Roitsch, 2008). Peaslee ve Moss (1966), Mg eksikliği altında klorofil biyosentezinin inhibe edilmesinin, fotosentez oranının düşmesinin bir başka nedeni olabileceğini bildirmiştir.

Karbon metabolizması ile birlikte, N metabolizması Mg durumundan da etkilenir. Protein sentezindeki rolünden dolayı, Mg eksikliği, protein olmayan N'nin, özellikle amino asitlerin ve düşük protein N konsantrasyonlarının birikmesine neden olur (Marschner, 2012). Ek olarak, bazı N metabolizması enzimlerinin (azot redüktaz, glutamat sentaz, glutamat dehidrojenaz, üreaz) Mg eksikliği altında ısıpanakta inhibe edildiği bildirilmiştir (Yin vd., 2009).

Bitki yapraklarında bulunan toplam magnezyumun klorofil molekülüne bağlanma oranı bitkinin magnezyumla konsantrasyonu ile yakından ilişkilidir. Örneğin yeteri kadar magnezyuma sahip ortamda yetişen yeraltı üçgül bitkisinde toplam magnezyumun %6'sı yapraklarda klorofil molekülüne bağlanmış durumda iken yeterli magnezyum içermeyen ortamda yetişen bitkide bu oran %35 kadardır (Scott ve Robson., 1990).

Düşük ışık koşullarında kavak bitkisi yapraklarında klorofil molekülüne bağlanan magnezyumun oranı %50' den daha yüksektir (Dorenstouter vd., 1985).

Wunderlich (1978)'e göre magnezyum hücre çekirdeğinde RNA sentezinde ve DNA oluşumunda görev alır. Ribozomun yapısına katılan magnezyum, protein sentezinde de önemli rol oynamaktadır.

Sperrazza ve Spremulli (1983), yaptıkları bir araştırmada ortamda bağımsız Mg^{+2} iyonunun yeteri kadar bulunmaması veya gereğinden fazla K^{+} iyonunun bulunması durumunda protein sentezinin durduğunu belirtmişlerdir.

Bitkide bulunan çoğu enzimin aktivitesi için magnezyum gerekmektedir. Organik bileşiklerin sentezinde önemli bir yeri olan magnezyum, bitki metabolizmasının enerji kaynağı olan ATP oluşumunda etkilidir (Kaçar ve Katkat 2010).

Bitkide Magnezyum noksanlığının en belirgin özelliği yaşlı yapraklarda görülen sarmalardır (kloroz). Yaşlı yapraklarda noksanlığının görülmesinin nedeni Mg^{+2} ' un mobil bir element olmasından kaynaklanmaktadır. Noksanlığın görüldüğü yapraklarda noksanlık şiddetinin artmasıyla beraber sararmalar ilerler ve nekrozlara dönüşür, yaşlı yapraklar dökülür.

Bazı araştırmacılar magnezyum besin elementinin bitkiye pek çok kaynak tarafından sağlanabilmesinin yanı sıra, en çok tercih edilenin magnezyum sülfat, potasyum-magnezyum sülfat gibi suda çözünebilir formlu magnezyum kaynakları olduğunu belirtmişlerdir (White ve Munro 1981).

Rhoads (1987), mısır ve soya bitkilerinde magnezyum alımı ve kuru madde verimini araştırdığı bir çalışmada, 0, 50 ve 100 mg kg^{-1} dozlarında magnezyum besin elementini magnezyum, dolomit ve magnezyum sülfat olmak üzere seçtiği üç farklı kaynak ile toprağa uygulamıştır. Mısır bitkisinin sürgünleri ekimden beş hafta sonra, soya bitkisinin sürgünleri ise ekimden yedi hafta sonra hasat edilerek analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarında tüm magnezyum kaynaklarında 50 mg kg^{-1} dozu 100 mg kg^{-1} dozuna göre magnezyum alımında daha etkili olmuştur. Soya bitkisinde magnezyum uygulamalarının kuru madde verimine etkisi önemsiz bulunurken, mısır bitkisinde sadece magnezyum uygulamalarında artış görülmüştür. Rhoads, asit karakterli topraklarda yetiştirilecek mısır ve soya bitkileri için en iyi magnezyum kaynağının dolomit olduğunu bildirilmiştir.

Draycott ve Allison (1998), 50 ppm' den az miktarda magnezyum içeren topraklarda şeker pancarı yetiştirmiş, yapraktan ve topraktan uyguladıkları magnezyum sülfat gübresinin magnezyum noksanlığını gidermede faydalı olduğunu görmüşlerdir. Magnezyum noksanlığının yoğun olduğu topraklarda magnezyum sülfat gübresinin, hızlı çözünürlüğe sahip olmasından dolayı, tercih edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Fajemilehin vd. (2008), bir yem bitkisi olan *Panicum maximum*' a uygulanan magnezyum sülfat gübresinin bitki ham protein içeriğini, kuru madde verimini ve magnezyum alımını arttırdığını belirtmişlerdir.

Abou El- Nour ve Shaaban (2012), magnezyum sülfat gübresinin tınlı kum bünyeli Mısır topraklarında yetiştirilen buğday bitkisinin verimine etkisini araştırmak üzere, magnezyum sülfat gübresini topraktan 0, 60 kg.ha⁻¹, 120 kg.ha⁻¹, 180 kg.ha⁻¹ dozlarında ve yapraktan 0, 5 g.L⁻¹, 10 g.L⁻¹, 15 g.L⁻¹ dozlarında olmak üzere uygulamışlardır. Araştırma sonucuna göre, bitki besin elementi alımı açısından en iyi uygulamanın topraktan 120 kg.ha⁻¹ MgSO₄ ve yapraktan 5 g.L⁻¹ MgSO₄ olduğu belirtilmiştir. Bitki boyunda en yüksek değer, topraktan 60 kg.ha⁻¹ MgSO₄ ve yapraktan 5 g.L⁻¹ MgSO₄ uygulamalarından elde edilmiştir. Araştırmacılar denemede kullanılan ve benzeri topraklarda yetiştirilen buğday bitkisinde yüksek verim ve büyüme için magnezyumlu gübrelemenin faydalı olduğunu belirtmişlerdir.

Bergman (1992), hücrel savunma reaksiyonlarını aktive ettiği düşünülen magnezyum elementi üzerine yaptığı bir araştırmada, magnezyum sülfat gübrelemesinin patatesten *Phytophthora infestans* ve *Rhizoctonia solani* enfeksiyonunu azalttığı görmüştür. Magnezyum klorürün buğday bitkisinde pas hastalığı üzerine aynı etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Asmalarda görülen stemdieback hastalığı, K/Mg oranındaki magnezyumun azalması sonucu oluşmaktadır (Uçgun ve Gezgin 2008).

Güzel vd. (2004), bitkilerde magnezyum noksanlığının K/Mg ve Ca/Mg oranlarının büyük olduğu topraklarda görüldüğünü belirtmektedirler. Bitkiler tarafından magnezyum elementinin alınabilmesi için Ca/Mg oranının 10/1-15/1 oranından büyük olmaması gerekmektedir. Değişebilir K iyonlarının fazla olduğu topraklarda magnezyum eksikliği görülebilmektedir. Ağırlık esasına göre tavsiye edilen K/Mg oranı tarla bitkileri için 5/1, sebzeler ve şeker pancarı için 3/1, meyveler ve sera bitkileri için ise 2/1'dir.

2.3. Magnezyum Elementinin İnsanda Önemi

Magnezyum, bulunan miktar açısından insan vücudunda dördüncü (70 kg'lık bir insanda 2000 mEq), intrasellüler alanda ise potasyumdan sonra ikinci sırada bulunan elementtir. Ana deposu kemikler olup % 60'ı burada kalsiyum ve fosfatla beraber bulunur. Kasların güçlenmesi, protein sentezi ve enzim sistemi aktivitesinde, hücrelerin büyümesinde ve yenilenmesinde önemli rol oynar. Dünya Sağlık Teşkilatının (WHO) ve Almanya Beslenme Enstitüsünün (DGE) belirlediğine göre, insan vücudunun günde ortalama 280-350 mg magnezyuma ihtiyacı vardır. Magnezyum adenozintrifosfat ihtiva eden üç binden fazla enzimin, özellikle de fosfat transferi yapan enzimlerin kofaktörü olarak görev alır (McLean, 1994). Mineral, vücutta 300'den fazla enzimatik reaksiyonda kofaktör olarak görev alan eser elementtir (Murff vd., 2013; Raman vd., 2012; Musso, 2009).

Ortalama 70 kg ağırlığındaki yetişkin bir insanın vücudunun toplam magnezyum

içeriği $\approx 1000-1120$ mmol; başka bir ifadeyle 24 g'dır. Total vücut magnezyumunun yaklaşık %99'u kemik, kas ve yumuşak dokuda lokalizedir. Magnezyumun yaklaşık %50-60'ı, kemiğin hidroksiapatit mineralinin yüzey bileşenleri (Çizelge 2.2) olarak bulunur (Jahnen vd., 2012).

Çizelge 2.2. Yetişkin insan vücudunda magnezyumun dağılımı

Doku	Doku Ağırlığı (kg)	Doku Mg (mmol kg⁻¹)	Doku Mg (mmol)	Toplam Vücut Mg (%)
Serum	3.0	0.85	2.6	0.3
Eritrosit	2.0	2.5	5.0	0.5
Yumuşak Doku	22.7	8.5	193.0	19.3
Kas	30.0	9.0	270.0	27.0
Kemik	12.3	43.2	530.1	52.9
Toplam	70.0	64.05	1000.7	100.0

Magnezyumun rol aldığı fizyolojik olaylar;

I. Enzim Substratı (ATP Mg, GTP Mg)

- ATPaz veya GTPaz (Na⁺, K⁺- ATPaz, Ca²⁺- ATPaz)
- Siklazlar (adenilat siklaz, guanilat siklaz)
- Kinazlar (heksokinaz, kreatin kinaz, protein kinaz)

II. Direkt Enzim Aktivasyonu

- Adenilat siklaz
- Fosfolipaz C
- Na⁺, K⁺- ATPaz
- Ca²⁺- ATPaz
- K⁺, H⁺-ATPaz
- 5'- Nükleotidaz
- Kreatin kinaz
- Fosfofrüktokinaz
- 5- Fosforibozil- pirofosfat sentetaz
- Lipoprotein lipaz

III. Membran Fonksiyonu

- Hücre adhezyonu
- Transmembran elektrolit akışı

IV. Kalsiyum Antagonisti

- Kas kasılması/gevşemesi
- Nörotransmitter salınımı
- Boğumlarda aksiyon potansiyeli iletimi

V. Yapısal Fonksiyon

- Proteinler
- Poliribozomlar
- Nükleik asitler
- Çoklu enzim kompleksleri
- Mitokondri

(**ATPaz:** Adenozin Tri Fosfataz, **GTPaz:** Guanozin Tri Fosfataz)

2.4. Yetersiz Beslenme (Malnütrisyon) ve Biyofortifikasyon

Bitkiler gelişimlerini tamamlamak için ihtiyaç duydukları mutlak gerekli besin maddelerini havadan, sudan ve topraktan temin ederek güneş ışığı yardımıyla yeni bileşikler sentezler. Tükettiğimiz bitkisel ve hayvansal ürünlerden, ihtiyaç duyduğumuz bileşik ve mineralleri yeterli ve doğru oranda almamız dengeli beslenme olarak adlandırılır. Ancak dengeli beslenen toplumlar sağlıklı beden ve zeka yapısına sahip olabilirler.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün tahminlerine göre (FAO 2009), dünyada hali hazırda bir milyardan fazla insan –her altı kişiden biri- yetersiz beslenmektedir. Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal Konseyi etik ve ekonomik mülahazaların bir adım ötesine geçerek, her ülkenin “yetki alanındaki herkesin beslenme açısından yeterli ve güvenli olan asgari temel gıdaya erişimini sağlayarak açlıktan kurtulmasını sağlama” hususundaki yasal yükümlülüğü onaylamıştır (Stein 2009).

Yetersiz beslenme, özellikle Zn ve Fe gibi düşük miktarda mikro besin alımının neden olduğu, büyüyen bir küresel sağlık sorunudur (Bouis, 2003; Pfeiffer & McClafferty, 2007). Islah ve gübrelemeyi içeren tarımsal stratejiler, bu probleme karşı yaygın olarak kabul edilen yaklaşımlardır ve ıslahın gübreleme ile birleşimi en uygun maliyetli ve sürdürülebilir yaklaşım olarak görünmektedir (Çakmak, 2008)

Gizli açlık veya mikro besin eksikliği hem mahsulün hem de kendileri için gerekli besin maddelerini mahsullerden temin eden insanların büyümesini ve gelişimini geciktirir. Toprağın mikro besin eksikliği, mahsul verimliliğini ve gıdaların besleme kalitesini sınırlandırarak, beslenme ve insan sağlığını etkiler (Valençça vd., 2017).

Biyozenginleştirme (Biyofortifikasyon), toplumların beslenmelerinde ağırlıklı olarak yer verdiği tarım ürünlerinin tarımsal yöntemlerle besin içeriklerinin zenginleştirilmesi çalışmalarını kapsar (Qaim vd., 2007).

Biyozenginleştirme çalışmaları genetik ve agronomik olmak üzere iki şekilde yapılabilir. Genetik biyozenginleştirme mahsullerin besin içeriğini iyileştirmek için hem geleneksel yetiştiriciliği hem de modern biyoteknoloji uygulamalarını işin içine katar. Agronomik biyozenginleştirme; yetiştiriciliği yapılan kültür bitkilerinin tüketilen

dokularında istenilen zenginleşmenin sağlanabilmesi için gerekli besin elementlerinin gübreleme yolu ile bitkiye verilmesidir. Agronomik biyozenginleştirmede asıl hedef bitkisel verim artışı değil bitki dokularında besin elementi artışıdır. Bu amaçla yapılan gübreleme gelişmiş gübreleme olarak nitelendirilmekte ve mikro element beslemesi önem kazanmaktadır.

Güncel olarak Harvest Plus biyozenginleştirme programında Fe ve Zn için yabani buğday bitkilerinin sahip olduğu genetik çeşitlilikten faydalanılarak istenen özellikte modern çeşitler geliştirilmiştir (White ve Broadley 2005). Harvest Plus programı ile birlikte özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sık tüketilen besinler ele alınmış ve başarılı bir şekilde biyozenginleştirilmiştir. Bu besinler Fasülye Demir (Çinko) Kongo, Ruanda 2010, Kasava Provitamin A Kongo, Nijerya 2011-12, Mısır Provitamin A Zambia 2011-12, Çeltik Çinko (Demir) Hindistan, Bangladeş 2012-13, Buğday Çinko (Demir) Pakistan, Hindistan 2012-13, Tatlı patates Provitamin A Uganda, Mozambik 2007, Hintdarısı Demir (Çinko) Hindistan 2011.

Ülkemiz için kritik öneme sahip olan buğday, biyozenginleştirme çalışmalarına en çok tercih edilen kültür bitkisidir. Yeşil devrimden sonra artan tarımsal verimle doğru orantılı olarak topraklardan kaldırılan bitki besin elementi miktarı da artmış bu durum tarım yapılabilir toprakların bitki besin elementi içeriğinin azalmasına yol açmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Toprak: Yalın (2016) tarafından “Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenerek” Antalya ilinde yürütülen yüksek lisans tez projesinde buğday tarlalarından alınarak analiz edilen toprakların değişebilir Mg konsantrasyonlarının % 23.31’inin 54.12 – 114 ppm aralığında orta düzeyde; % 76.66’sının 114 ppm’ den daha yüksek olup iyi düzeyde magnezyum konsantrasyonuna sahip olmasına rağmen bayrak yaprak örneklerinin Mg konsantrasyonlarının % 100’ünün % 0.10-% 0.15 aralığında yer alıp düşük düzeyde olduğu ve dane örneklerinin ise % 50’sinin <%0.1 olup noksan, % 50’sinin ise % 0.1-0.2 arasında olup yeterli düzeyde magnezyum düzeyine sahip olduğu belirtilmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkılarak Antalya ilinde yetiştirilen buğday bitkilerinde magnezyum elementi açısından sorun olduğu düşünülmüş ve yürütülen proje planlanmıştır.

Yalın (2016) tarafından gerçekleştirilen projede ilimizde buğday yetiştirilen tarla topraklarının tekstürlerinin % 52.98 oranında killi ve killi tın sınıfında yer aldığı belirtilmiştir. Bu nedenle yürütülen saksı denemesinde ilimiz topraklarını temsil edebilmesi için kullanılacak olan toprağın killi tın tekstürlü olması tercih edilmiştir. Deneme toprağı ve sertifikalandırılmış materyallere ait bazı analiz sonuçları Çizelge 3.1 ve 3.2’ de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme toprağı ve sertifikalandırılmış materyallerin bazı analiz sonuçları

Parametre	Deneme Toprağı	Sertifikalandırılmış Killi Tın Toprak Materyali (RTC CRM052)		Sertifikalandırılmış Bitki Materyali (Peach Leaves) (CRM-1547)	
		Referans Aralığı	Okunan Değer	Referans Değeri	Okunan Değer
pH	7.7	-	-	-	-
E.C. ds m ⁻¹	0.23	-	-	-	-
CaCO ₃ , %	36.77	-	-	-	-
Tekstür	Killi Tın	-	-	-	-
Organik Madde, %	1.8	-	-	-	-
Toplam	N, %	-	3.97±0.562	2.94	3.09
	Mg, mg kg ⁻¹	1538	1690±74.8	4320	3906

Çizelge 3.2. Deneme toprağının bitkiye yararlı bazı elementlerinin analiz sonuçları

Element	Analiz Sonucu	Element	Analiz Sonucu
Toplam N, %	0.08	Değişebilir Na %	0.0083
Alınabilir P, mg kg ⁻¹	4.6	DTPA-Ekstrakte edilebilir Fe, mg kg ⁻¹	1.18
Değişebilir K %	0.002	DTPA-Ekstrakte edilebilir Zn, mg kg ⁻¹	1.21
Değişebilir Ca %	0.111	DTPA-Ekstrakte edilebilir Mn, mg kg ⁻¹	0.28
Değişebilir Mg %	0.0052	DTPA-Ekstrakte edilebilir Cu, mg kg ⁻¹	0.13

Kimyasal Gübre: Buğday yetiştiriciliğine rutin olarak uygulanan azotlu, fosforlu ve potasyumlu gübrelerin yanı sıra yapraktan magnezyum uygulamasının olduğu (+) ve olmadığı (-) koşullarda topraktan artan dozlarda magnezyumlu gübre uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

Bitkisel Materyal: “Sagittario” kışlık ekmeklik buğday çeşidi deneme bitkisi olarak kullanılmıştır.

Denemede kullanılacak killi tın tekstürlü toprak belirlendikten sonra toprağın laboratuvar analizleri yapılmış ve içeriğindeki besin elementi konsantrasyonları belirlenmiştir. Bu belirlemeler yapıldıktan sonra topraktan uygulanacak rutin gübreleme programına ilaveten TMg0, TMg2, TMg4, TMg6, TMg8 MgSO₄. 7H₂O (%15 MgO, %23 SO₃) kg da⁻¹ olarak 5 doz magnezyum ve yapraktan YMg0, YMg2 uygulamaları yapılarak buğday bitkisi yetiştirilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak oluşturulmuş ve saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Deneme saksıları 520X195X155 mm ebatlarında ve 10 kg toprak alacak şekilde belirlenmiştir. Bu saksılara deneme toprağı tartıldıktan sonra 1000 m²'ye 20-25 kg tohuma göre hesaplama yapılarak buğday tohumları ekilmiştir.

Laboratuvar ortamında ayarlanan gübre dozları ve topraklar 40 adet ve her bir saksıya 10 kg olacak miktarda tartılmıştır. Daha sonra taban gübresi olarak 15. 15. 15+ Zn (50kg da⁻¹) ve magnezyumlu gübre olarak MgSO₄. 7H₂O (0 kg da⁻¹, 2 kg da⁻¹, 4 kg da⁻¹, 6 kg da⁻¹, 8 kg da⁻¹) gübrelere buğday danelerinin toprağa ekilmesinden önce saksılara homojen olacak şekilde uygulanmıştır. Saksılar sulanarak tav durumuna gelmesi beklenmiş ve ekim işlemi gerçekleştirilmiştir. 1000 dane ağırlığından yola çıkılarak her bir saksıya 28 adet tohum ekilmiştir.



(a)

(b)

Şekil 3.1. a) Ekime hazır saksılar; b) Tohum ekim işlemi

Sera koşullarında yetiştirilen buğdaylar deneme süresince eşit bir şekilde sulanmıştır. 20 Şubat 2019 tarihinde ikinci azotlu gübreleme olarak dekara 30 kg hesabı ile her saksıya 1.08 gr Amonyum nitrat gübresi uygulanmıştır.

Yaprak Gübresi olarak % 0 ve % 2 konsantrasyonlarında $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (YMg0= %0 Mg, YMg2= % 0.2 Mg) gübresi hazırlanmış ve yetiştirme dönemi süresinde sapa kalkma dönemi öncesi 1 kez uygulanarak buğday yetiştiriciliği yapılmıştır.

Denemede bitkilerin başaklanma döneminde olmak üzere bayrak yaprak örnekleri alınarak toplam klorofil analizleri gerçekleştirilmiştir. Bitkiler 4 aylık yetiştirme periyodunun sonunda kök boğazlarından kesilerek hasat edilmiştir. Her deneme konusundan hasat edilen buğday bitkileri dane ve saman örnekleri olarak ikiye ayrılmış ve bu örneklerde laboratuvar analizleri yapılmıştır.

Deneme Konuları

1. TMg0 YMg0
2. TMg0 YMg2
3. TMg2 YMg0
4. TMg2 YMg2
5. TMg4 YMg0
6. TMg4 YMg2
7. TMg6 YMg0
8. TMg6 YMg2
9. TMg8 YMg0
10. TMg8 YMg2

(TMg: Toprakdan Mg uygulaması; YMg: Yapraktan Mg uygulaması)

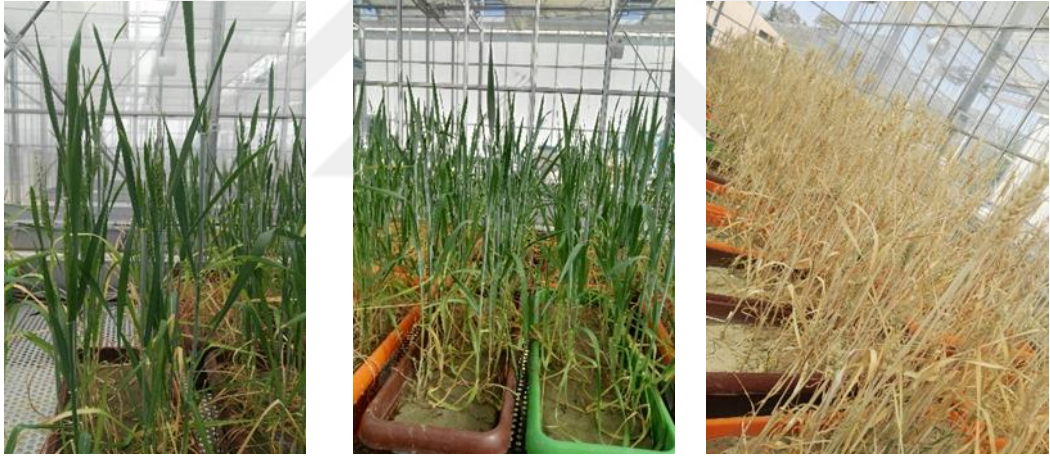
Bu durumda 5 Mg gübre dozu topraktan X 2 Mg gübre dozu X 4 tekrerr= 40 saksıda deneme yürütülmüştür.

13 Aralık 2018 tarihinde ekilen buğdaylar bir hafta sonra çimlenmiştir.



Şekil 3.2. Buğday tohumlarının çimlenmesi

Kışlık ekmeklik buğday yetiştiriciliği için 13 Aralık 2018 tarihinde artan dozlarda $MgSO_4$ gübresi deneme saksılarına uygulanmıştır. Tohum ekiminden 8 gün sonra çimlenme gerçekleşmiştir. 30 Nisan 2019 tarihinde hasat gerçekleştirilmiştir. Toprak örnekleri hasatta alınmıştır.



(a)

(b)

(c)

Şekil 3.3. a) Buğday bitkisinin sapa kalkma dönemi, b) Buğdaylarda başakların oluşumu, c) Hasat zamanı gelmiş buğday bitkisi



(a)



(b)

Şekil 3.4. a) TMg6 YMg2 uygulamasına ait buğday daneleri, b) TMg6 YMg2 uygulamasına ait öğütülmüş buğday daneleri

3.2. Metot

3.2.1. Toprak analiz yöntemleri

Toprak bünyesi: Bouyoucos (1955) tarafından bildirilen esaslara göre, hidrometre yöntemiyle yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre bünye sınıflarının belirlenmesinde, toprak bünyesi sınıflandırma üçgeninden yararlanılmıştır (Black 1957).

Toprak reaksiyonu: Analize hazırlanmış olan toprak örneklerinin pH' ları 1:2.5 toprak-su karışımında ölçülmüştür (Jakson 1967).

Elektriksel iletkenlik (EC): Toprak EC değerleri 1:2.5 toprak-su karışımında EC-metre aleti kullanılarak belirlenmiştir.

Kireç (CaCO_3): Toprak örneklerinde CaCO_3 içerikleri Scheibler kalsimetresi ile ölçülerek, sonuçlar % CaCO_3 olarak hesaplanmıştır (Çağlar 1949).

Organik madde: Modifiye Walkley- Black metoduna göre tayin edilmiş (Black 1965), sonuçlar, % olarak hesaplanmış; Thun vd.' ne (1955) göre sınıflandırılmıştır.

Toplam Azot: Modifiye Kjeldahl metoduna göre tayin edilmiş (Kaçar 2009); sonuçlar % olarak verilmiş ve Loue' ya (1968) göre sınıflandırılmıştır.

Alınabilir Fosfor: Toprakların alınabilir fosfor miktarları Olsen metoduna göre belirlenmiş, spektrofotometre cihazında okunarak sonuçlar mg kg^{-1} olarak verilmiştir (Olsen ve Sommers 1982).

Toplam Magnezyum: Örneklerden 1 g alınarak üzerlerine 3 ml HCl (% 37), 9 ml HNO_3 (% 65) ilave edildikten sonra digiblok (Labtech ED 36S) yakma ünitesi kullanılarak yaş yakma yapılmıştır. Daha sonra elde edilen süzüklerde toplam Mg konsantrasyonları ICP-OES (Inductively Coupled Plasma) cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

Değişebilir Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Sodyum: Toprakların ekstraksiyonunda 1N Amonyum Asetat (pH: 7) metodu Kaçar (2009) tarafından bildirildiği şekilde uygulanmıştır. Ekstraksiyondaki potasyum, kalsiyum, magnezyum ve sodyum ICP-OES (Inductively Coupled Plasma) kullanılarak belirlenmiş, sonuçlar me/100g olarak verilmiştir.

Alınabilir Demir, Mangan, Çinko ve Bakır: DTPA ekstraksiyonu yolu (Lindsay ve Norvell 1978) ile elde edilmiş süzükte demir, mangan, çinko ve bakır ICP-OES (Inductively Coupled Plasma) kullanılarak belirlenmiş ve sonuçlar mg kg⁻¹ olarak verilmiştir.

Yürütülen saksı denemesi sonunda 40 bayrak yaprak, 40 dane ve 40 saman örneği olmak üzere toplam 120 örnekte aşağıdaki analizler gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Bitki analiz yöntemleri

Bitki Boyu (cm): Toprak seviyesinden bitkinin en son büyüme noktasına kadar olan uzunluktur.

Klorofil düzeyi: Yaprakların klorofil içeriklerinin renk yoğunluğu klorofil-metre (Minolta Spad-502 plus) cihazı ile değerleri ölçülerek tespit edilmiştir.

Azot: Örneklerde azot tayini modifiye Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır (Kaçar ve İnal, 2008)

Fosfor: Kaçar ve İnal'ın (2008) bildirdiği şekilde yaş yakma metodu ile elde edilecek süzükte fosfor, ICP-OES (Inductively Coupled Plasma) kullanılarak belirlenmiştir.

K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn, Cu: Dane ve saman örneklerinden 0.5 g alınarak üzerlerine 3 ml HCl (%37), 9 ml HNO₃ (%65) ilave edildikten sonra digiblok (Labtech ED 36S) yakma ünitesinde yaş yakma işlemi yapılmıştır. Daha sonra elde edilen süzükte bu elementlerin toplam konsantrasyonları ICP-OES (PE-Optima 7000 DV) cihazında belirlenmiştir.

Toplam klorofil: Alınan taze yaprak örneklerinde aynı gün içerisinde aseton ekstraksiyon yöntemine göre klorofil analizi yapılarak değerler spektrofotometrede okunmuştur (Williams 1984).

Bin Dane Ağırlığı: Örneklerin bin dane analizi, 4 kez rastgele 50 danenin sayılmasıyla elde edilen ortalama değer 20 ile çarpılmasıyla hesap edilerek yapılmıştır (Elgün vd., 2002; Özkaya ve Özkaya, 2003; AACC, 2010).

Kuru Madde Miktarı: Kuru madde analizi, örneklerin etüvd.e 105 °C'de kurutulması ile yapılmıştır (Elgün vd., 2002; Özkaya ve Özkaya, 2003; AACC, 2010).

Protein Miktarı: Protein içeriği analizi, azot değerinin (%) buğday için protein çevrim katsayısı olan 5.7 ile çarpılmasıyla hesap edilmiştir (Elgün vd., 2002; Özkaya ve Özkaya, 2003; AACC, 2010).

3.2.3. İstatistiksel analizler

Uygulama konularının incelenen özellikler üzerine etkilerini belirlemek için her bir özelliğe ait değerler bilgisayar ortamında MSTAT-C paket programı ile varyans analizine tabi tutularak önemlilik düzeyleri belirlenmiştir. Ayrıca MINITAB paket programı ile ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ile belirlenmiş ve farklı grupların harflendirilmesinde % 5 önem düzeyi esas alınmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde gerçekleştirilen saksı denemesinden elde edilen bulgular verilmiş ve tartışılmıştır.

4.1. Deneme Toprağının pH, EC, Organik Madde Kapsamları ve Değerlendirilmesi

Kışlık ekmeklik buğday çeşidi yetiştirilen toprağın pH, EC ve organik madde kapsamı üzerine uygulamaların etkisi Çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi toprağa artan dozlarda uygulanan $MgSO_4$ gübresinin toprak örneklerinin pH' ları üzerine etkisi istatistiksel olarak %0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Deneme toprağının pH düzeyinde azalma meydana gelmiştir. $TMg0$ uygulamasına göre diğer bütün uygulamalarda toprak pH' ı daha düşük olarak belirlenmiş; ancak $TMg2$, $TMg4$, $TMg6$ ve $TMg8$ uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Toprak pH' ındaki yaklaşık 0.2 birimlik bu düşmeye uygulanan Mg' lu gübrenin SO_4 içeriğinin neden olduğu ancak killi tın tekstüre sahip toprağın yüksek KDK ve kireç içeriğinden dolayı tamponlama kapasitesinin pH' ın daha fazla düşmesine izin vermediği düşünülmektedir. Richards (1954)'ın bildirdiğine göre elementel kükürt veya kükürtlü bileşiklerin toprakta sülfürik aside dönüşmesi gerekmektedir. Bu olay mikrobiyolojik oksidasyonla gerçekleşir, mikrobiyolojik oksidasyonda bazı ara kademeler olmakla birlikte son ürünün daima sülfatlar olduğu bunun da su ile birleşerek sülfürik asit meydana getirdiği ve toprak tepkimesinin asitleşmesine yol açtığı belirtilmiştir.

Trzcinski ve Ferange (1964), kireçli bir toprağa $90-450 \text{ kg da}^{-1}$ arasında kükürt uygulamışlar ve deneme sonuçlarına göre 100 kg da^{-1} kükürt uygulamasının toprağın $0-20 \text{ cm}$ ' lik derinliğinde pH' da az fakat önemli bir azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Kaplan ve Orman (1998), elementel kükürt ve kükürt içeren flotasyon atığını toprağa uyguladıkları çalışmalarında kükürt içeren her iki materyalinde toprak pH' ında azalmaya neden olduğunu ancak zamana bağlı olarak pH' ın tekrar artış eğilimine girdiğini belirtmişlerdir.

Deneme toprağının EC ve organik madde içeriği üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.1 Deneme toprağının hasat sonunda pH, EC ve organik madde kapsamı¹

Topraktan MgSO ₄ kg da ⁻¹	pH			EC (dS m ⁻¹)			Organik madde (%)		
	Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)		
	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.
TMg0	7.71	7.70	7.71 A ³	0.23	0.29	0.26	1.8	1.7	1.8
TMg2	7.47	7.54	7.51 B	0.27	0.24	0.25	1.9	1.7	1.8
TMg4	7.52	7.54	7.53 B	0.26	0.27	0.26	1.7	1.8	1.8
TMg6	7.59	7.53	7.57 B	0.23	0.27	0.25	1.8	1.9	1.9
TMg8	7.53	7.53	7.54 B	0.22	0.26	0.21	1.9	1.8	1.9
Ort.	7.56	7.57		0.24	0.27		1.8	1.8	
Varyans Analizi ²									
T	***			ö.d.			ö.d.		
Y	ö.d.			ö.d.			ö.d.		
T*Y	ö.d.			ö.d.			ö.d.		

1. Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır.

2. ö.d. : önemli değil; *** % 0.1 düzeyinde önemli

3. Aynı sütunda büyük harfle gösterilen değerler toprağa uygulanan farklı MgSO₄ dozları arasındaki % 5 düzeyindeki farkı göstermektedir.

4.2. Deneme Toprağının Bitkiye Yararışlı Makro Element Konsantrasyonları ve Değerlendirilmesi

Farklı dozlarda topraktan ve yapraktan $MgSO_4$ gübresi uygulanan deneme saksılarından alınan toprak örneklerinde yapılan analiz sonuçlarına göre bitkiye yararışlı azot, fosfor, potasyum, magnezyum, kalsiyum, sodyum konsantrasyonlarının analiz sonuçları Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Toplam Azot: Çizelge 4.2. incelendiğinde artan dozlarda topraktan ve yapraktan uygulanan $MgSO_4$ gübrelemesinin deneme toprağının bitkiye yararışlı N konsantrasyonunu istatistiksel olarak etkilemediği belirlenmiştir.

Alınabilir Fosfor: Çizelge 4.2'de görüldüğü üzere artan dozlarda topraktan uygulanan $MgSO_4$ gübrelemesi deneme toprağının alınabilir fosfor konsantrasyonunu kontrole göre (TMg0) istatistiksel olarak % 0.1 düzeyinde etkileyerek artışına neden olmuştur. Değerler incelendiğinde 4, 6, 8 kg da⁻¹ $MgSO_4$ uygulamaları aynı grupta yer almış, ancak, 0 ve 2 kg da⁻¹ uygulamalarından daha yüksek alınabilir fosfor değeri belirlenmiştir. Bu duruma düşük de olsa pH' daki azalma eğiliminin neden olduğu düşünülmektedir.

Değişebilir Potasyum: Çizelge 4.2'e görüldüğü üzere artan dozlarda topraktan uygulanan $MgSO_4$ gübrelemesinin deneme toprağının değişebilir potasyum konsantrasyonu üzerine etkisinin istatistiksel olarak % 0.1 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. Toprağa $MgSO_4$ uygulamaları arttıkça değişebilir potasyum konsantrasyonunda azalma meydana gelmiştir. Yüksek miktarda K gübrelemesi Mg' un bitkiye yararışlılığını azalttığı ve bitkilerde Mg noksanlığına neden olduğu bilinmektedir. Burada tam tersi bir durumun söz konusu olduğu, Mg gübrelemesinin toprakta bitkiye yararışlı K konsantrasyonunun azalmasına neden olduğu düşünülmektedir. İdeal bir toprakta Mg: K oranı 2:1' dir. Deneme toprağımıza artan düzeylerde Mg uygulamalarına bağlı olarak sırasıyla Mg: K oranı ortalama 0.75, 0.86, 1.25, 2.5, 6.5 değerlerine sahip olmuştur. Bu durumda 0, 2, 4, ve 8 kg da⁻¹ $MgSO_4$ uygulamalarının toprakta ideal Mg: K oranından uzaklaştığı ideal oranın ise 6 kg da⁻¹ uygulamasında elde edildiği görülmektedir.

Değişebilir Magnezyum: Artan dozlarda uygulanan topraktan $MgSO_4$ gübresinin toprağın değişebilir magnezyum konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalar arası Magnezyum konsantrasyonlarına bakıldığında en yüksek magnezyum konsantrasyonu toprağa 8 kg da⁻¹ $MgSO_4$ gübresi uygulaması ile elde edilmiştir. Diğer uygulamalarda istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Bu durum değerlendirildiğinde 0, 2, 4, 6 kg da⁻¹ $MgSO_4$ uygulamalarında toprağın Mg konsantrasyonu orta sınıfında (0.451- 0.950 me 100 g⁻¹) yer alırken 8 kg da⁻¹ uygulamasında iyi sınıfına (0.951<) geçmiştir.

Değişebilir Kalsiyum: Artan dozlarda uygulanan topraktan ve yapraktan $MgSO_4$ gübresinin toprağın değişebilir kalsiyum konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Değişebilir Sodyum: Artan dozlarda uygulanan topraktan ve yapraktan $MgSO_4$ gübresinin toprağın değişebilir sodyum konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.



Çizelge 4.2. Deneme toprağının bitkiye yarayışlı makro element konsantrasyonları¹

Topraktan MgSO ₄ kg da ⁻¹	N (%)			P (mg kg ⁻¹)			K (%)		
	Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)		
	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.
TMg0	0.08	0.08	0.08	6.8	7.5	7.1 B ³	0.007	0.009	0.008 A
TMg2	0.09	0.08	0.09	7.1	8.5	7.8 B	0.006	0.007	0.007 A
TMg4	0.07	0.09	0.08	9.3	11.6	10.4 A	0.003	0.005	0.004 B
TMg6	0.10	0.09	0.10	11.3	11.3	11.3 A	0.003	0.002	0.002 C
TMg8	0.10	0.08	0.09	10.2	10.5	10.3 A	0.002	0.003	0.002 C
Ort.	0.09	0.08		8.9	9.8		0.005	0.006	
Varyans Analizi ²									
T	ö.d.			***			***		
Y	ö.d.			ö.d.			ö.d.		
T*Y	ö.d.			ö.d.			ö.d.		

1. Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır.

2. ö.d. : önemli değil; *** % 0.1 düzeyinde önemli

3. Aynı sütunda büyük harfle gösterilen değerler toprağa uygulanan farklı MgSO₄ dozları arasındaki % 5 düzeyindeki farkı göstermektedir.

Çizelge 4.2.' nin devamı¹

Topraktan MgSO ₄ kg da ⁻¹	Mg (%)			Ca (%)			Na (%)		
	Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)		
	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.
TMg0	0.006	0.006	0.006 B ³	0.116	0.105	0.110	0.008	0.007	0.0075
TMg2	0.007	0.005	0.006 B	0.100	0.114	0.107	0.006	0.008	0.007
TMg4	0.005	0.005	0.005 B	0.110	0.103	0.107	0.006	0.007	0.0065
TMg6	0.004	0.005	0.005 B	0.116	0.118	0.107	0.005	0.008	0.0065
TMg8	0.012	0.015	0.013 A	0.105	0.111	0.108	0.007	0.006	0.0065
Ort.	0.007	0.008		0.109	0.110		0.0064	0.007	
Varyans Analizi ²									
T	***			ö.d.			ö.d.		
Y	ö.d.			ö.d.			ö.d.		
T*Y	ö.d.			ö.d.			ö.d.		

1. Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır.

2. ö.d. : önemli değil; *** % 0.1 düzeyinde önemli.

3. Aynı sütunda büyük harfle gösterilen değerler toprağa uygulanan farklı MgSO₄ dozları arasındaki % 5 düzeyindeki farkı göstermektedir

4.3. Deneme Toprağının Toplam Magnezyum Konsantrasyonları ve Değerlendirilmesi

Artan dozlarda topraktan ve yapraktan uygulanan $MgSO_4$ gübresinin toprağın toplam magnezyum konsantrasyonu üzerine etkisi Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 incelendiğinde artan dozlarda topraktan uygulanan $MgSO_4$ gübresi istatistiksel olarak bakıldığında toplam magnezyum konsantrasyonu üzerine %5 düzeyinde etkili olmuştur. En yüksek toplam magnezyum düzeyi topraktan 6 ve 8 $kg\ da^{-1}$ $MgSO_4$ uygulamalarından elde edilmiş; kontrol toprağına göre 5.6 kata varan bir artış belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Deneme toprağının toplam magnezyum konsantrasyonları¹

Topraktan $MgSO_4$ $kg\ da^{-1}$	Toplam Magnezyum ($mg\ kg^{-1}$)		
	Yapraktan $MgSO_4$ (%)		
	YMg0	YMg2	Ort.
TMg0	1538.5	1450.5	1494.5 C ³
TMg2	7312.2	7575.5	7443.9 B
TMg4	7456.3	7860.3	7658.3 B
TMg6	8507.8	8262.0	8384.9 A
TMg8	7931.3	8914.3	8422.8 A
Ort.	6549.2	6812.5	
Varyans Analizi ²			
T	*		
Y	ö.d.		
T*Y	ö.d.		

1. Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır.

2. ö.d. : önemli değil; * %5 düzeyinde önemli

3. Aynı sütunda büyük harfle gösterilen değerler toprağına uygulanan farklı $MgSO_4$ dozları arasındaki % 5 düzeyindeki farkı göstermektedir.

4.4. Deneme Toprağının Alınabilir Mikro Element Konsantrasyonları ve Değerlendirilmesi

Farklı dozlarda topraktan ve yapraktan $MgSO_4$ gübresi uygulanan deneme saksılarından alınan toprak örneklerinde yapılan analiz sonuçlarına göre bitkiye alınabilir

çinko, demir, mangan ve bakır konsantrasyonlarının analiz sonuçları Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Alınabilir Çinko: Artan dozlarda uygulanan topraktan ve yapraktan $MgSO_4$ gübresinin toprağın değişebilir çinko konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmamıştır.

Genel olarak Türkiye topraklarında alınabilir Zn' nun eksikliğinin en önemli nedeni topraklarımızın büyük bir bölümünde pH 7.0'nin ve $CaCO_3$ miktarının ise ortalama %20'nin üzerinde olmasıdır (Kaçar, 1986). Dünyada tüm tarım alanlarının % 30'unda, Türkiye'de ise % 49.8'inde Zn noksanlığının ($DTPA-Zn < 0.5 \text{ mg kg}^{-1}$) bulunduğu yapılan araştırmalarla belirlenmiştir (Sillanpää 1982; Eyüboğlu vd. 1999).

Alınabilir Demir: Artan dozlarda uygulanan topraktan ve yapraktan $MgSO_4$ gübresinin toprağın değişebilir demir konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmamıştır.

Alınabilir mangan: Artan dozlarda uygulanan topraktan ve yapraktan $MgSO_4$ gübresinin toprağın değişebilir mangan konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmamıştır.

Alınabilir Bakır: Artan dozlarda uygulanan topraktan ve yapraktan $MgSO_4$ gübresinin toprağın değişebilir bakır konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmamıştır.

Çizelge 4.4. Deneme toprağının alınabilir mikro element konsantrasyonları¹

Topraktan MgSO ₄ kg da ⁻¹	Zn (mg kg ⁻¹)			Fe (mg kg ⁻¹)			Mn (mg kg ⁻¹)			Cu (mg kg ⁻¹)		
	Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)		
	%0	%2	Ort.	%0	%2	Ort.	%0	%2	Ort.	%0	%2	Ort.
TMg0	1.8	1.5	1.6	1.38	1.32	1.35	0.30	0.30	0.30	0.2	0.5	0.35
TMg2	1.6	1.6	1.6	1.39	1.35	1.37	0.21	0.22	0.22	0.5	0.4	0.45
TMg4	1.9	1.5	1.7	1.40	1.38	1.39	0.25	0.28	0.27	0.3	0.2	0.25
TMg6	1.6	1.6	1.6	1.45	1.43	1.44	0.28	0.25	0.27	0.2	0.5	0.35
TMg8	1.5	1.6	1.6	1.48	1.44	1.46	0.29	0.26	0.28	0.8	0.4	0.6
Ort.	1.7	1.6		1.42	1.38		0.27	0.26		0.4	0.4	
Varyans Analizi ²												
T	ö.d.			ö.d.			ö.d.			ö.d.		
Y	ö.d.			ö.d.			ö.d.			ö.d.		
T*Y	ö.d.			ö.d.			ö.d.			ö.d.		

1. Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır.

2. ö.d. : önemli değil

4.5. Yetiştirme Periyodunda Kışlık Ekmeklik Buğday’ da Belirlenen Bitkisel (Pomolojik) Parametreler

4.5.1. Kışlık ekmeklik buğdayda bazı morfolojik parametreler

Kışlık ekmeklik buğday çeşidinde bitki boyu, dane sayısı, bin dane ağırlığı ve kuru madde miktarları istatistiksel olarak Çizelge 4.5’ de verilmiştir.

Bitki boyu: Yetiştirme periyodu sonunda (hasat) bitki kök boğazı ve başak tepesi arasında yapılan ölçümlere göre en yüksek bitki boyu, TMg4 ve en düşük bitki boyu TMg0 uygulamalarından elde edilmiştir.

Dane sayısı: Yetiştirme periyodu sonunda hasat edilen bitkilerden elde edilen dane sayılarında en yüksek miktar, TMg6 uygulamasında elde edilirken en düşük miktar TMg0 uygulamasından elde edilmiştir.

Bin dane ağırlığı: Elgün vd. (2002) tarafından bin dane ağırlığı için <30 g (Düşük), 30-48 g (Optimum), >48 g (Yüksek) sınır değerleri bildirilmiştir. Bu değerlere göre incelendiğinde deneme sonunda uygulamalara bağlı olarak buğdayın elde edilen bin dane ağırlığı optimum sınır değerleri arasında yer almıştır. Topraktan magnezyum uygulamalarının etkisiyle TMg0 (kontrol) uygulamasında 33 g olan değer, diğer tüm topraktan magnezyum uygulamalarında kontrolden daha yüksek olmuş; en yüksek değer ise 38 g ile TMg4 uygulamasından elde edilmiştir.

Kuru madde miktarı: Yetiştirme periyodu sonunda hasat edilen bitkilerden elde edilen danelerin 105 C° etüvde bekletilmesiyle en yüksek kuru madde miktarı ağırlığı TMg6 uygulaması ile elde edilirken en düşük kuru madde miktarı TMg0 uygulaması ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.5. Buğday bitkisinde bitki boyu, dane sayısı, bin dane ağırlığı ve kuru madde miktarı¹

Toprakdan MgSO ₄ kg da ⁻¹	Bitki Boyu (cm)			Dane Sayısı (adet)			Bin Dane Ağırlığı (gr)			Kuru Madde Miktarı(gr)		
	Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)		
	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.
TMg0	57	55	56 D ³	87	69	78 D	33	34	33 C	3.8	2.3	3.1 C
TMg2	65	66	65 C	68	123	96 C	33	37	35 B	2.2	4.6	3.4 C
TMg4	83	84	83 A	126	92	109 B	39	37	38 A	4.8	3.3	4.1 B
TMg6	75	73	74 B	158	123	141 A	33	39	36 B	5.4	4.6	5.1 A
TMg8	75	73	74 B	117	118	117 B	36	35	36 B	4.2	4.6	4.4 B
Ort.	71	70		111	126		35	36		4.1	3.9	
Varyans Analizi ²												
T	***			***			*			***		
Y	ö.d.			ö.d.			ö.d.			ö.d.		
T*Y	ö.d.			ö.d.			ö.d.			ö.d.		

1. Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır.

2. ö.d. : önemli değil; *** % 0.1 düzeyinde önemli; * %5 düzeyinde önemli

3. Aynı sütunda büyük harfle gösterilen değerler toprağa uygulanan farklı MgSO₄ dozları arasındaki % 5 düzeyindeki farkı göstermektedir

4.5.2. Kışlık ekmeklik buğdayda klorofil-a, klorofil-b ve klorofilmetre (SPAD) ölçüm parametreleri ve değerlendirilmesi

Artan dozlarda uygulanan $MgSO_4$ gübresinin kışlık ekmeklik buğdaya ait klorofil-a, klorofil-b ve klorofil metre (SPAD) değerlerinin istatistiksel analiz verileri Çizelge 4.6’ da verilmiştir.

Çizelge 4.6’ da görüldüğü gibi yaprak örneklerinde, artan dozlarda topraktan uygulanan $MgSO_4$ ve iki farklı dozda yapraktan uygulanan $MgSO_4$ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin klorofil metre ile ölçülen SPAD değerine, klorofil-a ve klorofil-b düzeyine etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmamıştır.

Çizelge 4.6. Yaprak örneklerinde klorofil-a, klorofil-b ve klorofil metre (Spad) ölçüm değerleri¹

Topraktan $MgSO_4$ $kg\ da^{-1}$	SPAD			Klorofil-a			Klorofil-b		
	Yapraktan $MgSO_4$ (%)			Yapraktan $MgSO_4$ (%)			Yapraktan $MgSO_4$ (%)		
	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.
TMg0	47	50.5	48.1	0.77	0.76	0.77	0.37	0.35	0.36
TMg2	52.5	52	52.2	0.77	0.77	0.77	0.40	0.39	0.39
TMg4	50.2	50.6	50.4	0.77	0.77	0.77	0.41	0.37	0.39
TMg6	52.4	53.4	52.9	0.76	0.77	0.77	0.36	0.43	0.39
TMg8	52.6	49.8	51.2	0.77	0.78	0.77	0.32	0.30	0.31
Ort.	50.9	51.3		0.77	0.77		0.37	0.37	
Varyans Analizi ²									
T	ö.d.			ö.d.			ö.d.		
Y	ö.d.			ö.d.			ö.d.		
T*Y	ö.d.			ö.d.			ö.d.		

1. Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır.

2. ö.d. : önemli değil

4.5.3. Kışlık ekmeklik buğdayda dane örneklerinin toplam azot ve protein parametreleri ve değerlendirilmesi

Yapılan çalışmada kışlık ekmeklik buğday çeşidinin toplam azot ve % protein değerleri Çizelge 4.7’ de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7’ de görüldüğü üzere topraktan ve yapraktan magnezyum uygulamalarının danenin azot ve protein içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ancak 4, 6, 8 kg da⁻¹ uygulamalarında kontrole göre danenin hem azot hem de protein içeriğinde az da olsa artış olduğu görülmektedir.

Shinano vd. (1993) yaptıkları çalışmada kışlık buğdayın dane protein içeriğini %11.3 olarak tespit etmişlerdir.

Sade (1997) ekmeklik buğdayda protein oranının ürün kalitesine doğrudan etkili olduğunu ve ekmek yapımında kullanılacak buğdayların protein oranının %11’in üzerinde olması gerektiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.7. Dane örneklerinin toplam azot konsantrasyonu ve protein içerikleri¹

Topraktan MgSO ₄ kg da ⁻¹	DANE					
	%N			% Protein		
	Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)		
	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.
TMg0	2.0	2.8	2.4	11.4	16.0	13.7
TMg2	2.3	2.0	2.2	13.1	11.4	12.3
TMg4	2.1	2.9	2.5	12.0	16.5	14.3
TMg6	2.7	2.6	2.7	15.4	14.8	15.1
TMg8	2.8	2.4	2.6	16.0	13.7	14.9
Ort.	2.4	2.5		13.6	14.5	
Varyans Analizi ²						
T	ö.d.			ö.d.		
Y	ö.d.			ö.d.		
T*Y	ö.d.			ö.d.		

1. Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır.

2. ö.d. : önemli değil.

4.5.4. Kışlık ekmeklik buğdayda dane örneklerinde makro element konsantrasyonları ve değerlendirilmesi

Kışlık ekmeklik buğday çeşidinin dane örneklerinin makro element konsantrasyonları Çizelge 4.8' de gösterilmiştir.

Danede Azot: Artan dozlarda toprağa uygulanan ve iki farklı dozda yaprağa uygulanan $MgSO_4$ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin dane örneklerindeki azot (N) konsantrasyonuna etkisi istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek toplam azot değeri, topraktan uygulanan 8 kg da^{-1} $MgSO_4$ ve yapraktan %2 $MgSO_4$ uygulaması ile elde edilmiştir. En düşük toplam azot değeri, topraktan uygulanan 6 kg da^{-1} $MgSO_4$ ve %2 $MgSO_4$ uygulaması ile elde edilmiştir.

Reuter ve Robinson (1997) buğday danesinin azot düzeyleri için <1.6 (Noksan), 1.6-2.0 (Düşük), >2.0 (Yeterli) sınır değerlerini bildirmişlerdir. Bu değerlere göre incelendiğinde deneme sonunda uygulamalara bağlı olarak buğday danesinde elde edilen azot düzeyleri yeterli sınıfta yer almıştır.

Danede Fosfor: Artan dozlarda toprağa uygulanan ve iki farklı dozda yaprağa uygulanan $MgSO_4$ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin dane örneklerindeki fosfor (P) konsantrasyonuna etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek P değeri, % 0.34 değeri ile topraktan 8 kg da^{-1} $MgSO_4$ ve yapraktan %2 $MgSO_4$ uygulaması ile elde edilmiştir. En düşük fosfor değeri %0.21 değeri ile topraktan 0 kg da^{-1} ve yapraktan %2 $MgSO_4$ uygulaması ile elde edilmiştir.

Reuter ve Robinson (1997) buğday danesinin fosfor düzeyleri için <0.25 (Noksan), 0.25-0.5 (Düşük), >0.5 (Yeterli) sınır değerlerini bildirmişlerdir. Deneme sonunda danede gerçekleştirilen fosfor analizi sonucunda danelerin fosfor düzeyleri Noksan ve Düşük sınıfta yer almıştır.

Eyüpoğlu vd. (1999) Orta Anadolu'da yetiştirilen hububatın beslenme durumunu araştırdıkları çalışmada birkaç coğrafi bölgeden alınan örnekler içerisinde Akdeniz Bölgesinden alınan buğday örneklerinin dane fosfor miktarını ortalama % 0.36 olarak belirlemişlerdir.

Danede Potasyum: Artan dozlarda toprağa uygulanan ve iki farklı dozda yaprağa uygulanan $MgSO_4$ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin dane örneklerindeki potasyum (K) konsantrasyonuna etkisi istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. $2,4,6 \text{ kg da}^{-1}$ $MgSO_4$ uygulamalarında en yüksek K konsantrasyonu olan %0.46 değeri elde edilmiştir. Yaprak gübrelemesi dane K içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Reuter ve Robinson (1997) buğday danesinin potasyum düzeyleri için <0.47 (Noksan), 0.47-0.53 (Düşük), >0.53 (Yeterli) sınır değerlerini bildirmişlerdir. Deneme

sonunda danede gerçekleştirilen fosfor analizi sonucunda danelerin potasyum düzeyleri Noksan sınıfında yer almıştır.

Eyüpoğlu vd. (1999) Orta Anadolu’da yetiştirilen hububatın beslenme durumunu araştırdıkları çalışmada, farklı coğrafi bölgeler içerisinde Akdeniz Bölgesinden aldıkları buğday örneklerinin, dane potasyum miktarının ortalama % 0.33 olduğunu bildirmişlerdir.

Danede Magnezyum: Artan dozlarda toprağa uygulanan ve iki farklı dozda yaprağa uygulanan $MgSO_4$ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin dane örneklerindeki magnezyum (Mg) konsantrasyonuna etkisi istatistiksel olarak %0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek Mg değeri, % 0.14 değeri ile topraktan 8 kg da^{-1} $MgSO_4$ ve yapraktan %2 $MgSO_4$ uygulaması ile elde edilmiştir. En düşük Mg değeri %0.095 değeri ile topraktan 0 kg da^{-1} ve yapraktan %2 $MgSO_4$ uygulaması ile elde edilmiştir.

Plank (1989), buğday danesinde magnezyum konsantrasyonu için <0.1 (Noksan) 0.1-0.2 (Yeterli) >0.2 (Yüksek) sınır değerlerini vermiştir. Bu sınır değerlere göre deneme sonunda danelerde belirlenen magnezyum konsantrasyonları Noksan ve Yeterli sınıflarında yer almışlardır.

Yalın (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada buğday danelerinin magnezyum düzeyleri, Aksu’da %70’inin noksan, %30’unun yeterli, Döşemealtı’nda %30’unun noksan, %70’inin yeterli, Korkuteli’de %50’sinin noksan, %50’sinin yeterli düzeyde magnezyum içerdiği belirlenmiştir.

Danede Kalsiyum: Artan dozlarda toprağa uygulanan ve iki farklı dozda yaprağa uygulanan $MgSO_4$ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin dane örneklerindeki kalsiyum (Ca) konsantrasyonuna etkisi istatistiksel olarak %0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek Ca değeri, % 0.028 değeri ile topraktan 4 kg da^{-1} $MgSO_4$ ve yapraktan %2 $MgSO_4$ uygulaması ile elde edilmiştir. En düşük Ca değeri %0.011 değeri ile topraktan 0 kg da^{-1} ve yapraktan %2 $MgSO_4$ uygulaması ile elde edilmiştir.

Bock (2000) tarafından tahıl danelerinde kalsiyum için <0.1 (Noksan), 0.1-0.2 (Yeterli), >0.2 (Yüksek) sınır değerleri verilmiştir. Bu sınır değerlere göre deneme sonunda belirlenen danelerde kalsiyum konsantrasyonları Noksan sınıfında yer almışlardır.

Çizelge 4.8. Dane örneklerinin makro element konsantrasyonları¹

Topraktan MgSO ₄ kg da ⁻¹	DANE											
	P (%)			K (%)			Mg (%)			Ca (%)		
	Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)		
	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.
TMg0	0.25 CDE	0.21 E	0.23	0.38 AB	0.35 B	0.36	0.097 D ³	0.095 D	0.096	0.013 B	0.011 B	0.012
TMg2	0.3 AB	0.29 BC	0.29	0.46 A	0.43 AB	0.44	0.11 BC	0.11 CD	0.11	0.017 B	0.016 B	0.016
TMg4	0.22 E	0.29 BC	0.25	0.4 AB	0.46 A	0.43	0.098 D	0.12 AB	0.11	0.016 B	0.028 A	0.022
TMg6	0.23 DE	0.29 BC	0.29	0.42 AB	0.46 A	0.44	0.10 CD	0.12 AB	0.11	0.022 A	0.022 A	0.022
TMg8	0.27 BCD	0.34 A	0.3	0.4 AB	0.23 C	0.31	0.11 CD	0.14 A	0.12	0.017 B	0.021 A	0.019
Ort.	0.25	0.28		0.41	0.39		0.10	0.12		0.017	0.019	
Varyans Analizi ²												
T	**			**			***			***		
Y	**			ö.d.			***			**		
T*Y	**			*			*****			***		

1. Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır.

2. ö.d. : önemli değil; *** % 0.1 düzeyinde önemli** %1 düzeyinde önemli, * %5 düzeyinde önemli

3. Aynı sütunda büyük harfle gösterilen değerler farklı MgSO₄ dozları arasında aynı dönemde % 5 düzeyindeki farkı göstermektedir.

4.5.5. Kışlık ekmeklik buğday çeşidinin dane örneklerinde mikro element konsantrasyonları ve değerlendirilmesi

Kışlık ekmeklik buğday çeşidinin dane örneklerinin mikro element konsantrasyonları Çizelge 4.9' da gösterilmiştir.

Danede Çinko: Artan dozlarda toprağa uygulanan ve iki farklı dozda yaprağa uygulanan $MgSO_4$ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin dane örneklerindeki çinko (Zn) konsantrasyonuna etkisi istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek Zn değeri, 82.3 mg kg^{-1} değeri ile topraktan 8 kg da^{-1} $MgSO_4$ ve yapraktan %2 $MgSO_4$ uygulaması ile elde edilmiştir. En düşük Zn değeri 41.3 mg kg^{-1} değeri ile topraktan 0 kg da^{-1} ve yapraktan %2 $MgSO_4$ uygulaması ile elde edilmiştir.

Reuter ve Robinson (1997) tarafından danede çinko için <17 (Noksan), 17-29 (Düşük), >29 (Yeterli) sınır değerleri verilmiştir. Bu sınır değerlere göre deneme sonunda danede gerçekleştirilen mikro element analiz sonuçlarına göre danede çinko konsantrasyonları Yeterli sınıfında yer almıştır.

Graham vd. (2007) insan sağlığı için danedeki kuru maddede çinko kapsamının en az 10 mg kg^{-1} olması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca ortalama dane çinko kapsamı 30 mg kg^{-1} olduğu düşünülürse, danede Zn biyofortifikasyonu için 40 mg kg^{-1} civarında olması gerektiğini belirtmiştir.

Zhao vd. (2009) farklı orijinli 175 adet buğday hatlarının danelerinde mikro besin elementi konsantrasyonundaki varyasyonu inceledikleri çalışmada ekmeklik buğday danelerinin Zn konsantrasyonlarının $13.5\text{-}34.5 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değiştiğini, bu durumda buğdayda mikro elementlerle biyozenginleştirme stratejilerinin geliştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Eyüpoğlu vd. (1999), Akdeniz Bölgesinden aldıkları buğday örneklerinin dane demir konsantrasyonlarının ortalama 21.38 mg kg^{-1} olduğunu bildirmişlerdir.

Danede Demir: Artan dozlarda toprağa uygulanan ve iki farklı dozda yaprağa uygulanan $MgSO_4$ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin dane örneklerindeki demir (Fe) konsantrasyonuna etkisi istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek Fe değeri, 170.7 mg kg^{-1} değeri ile topraktan 2 kg da^{-1} $MgSO_4$ ve yapraktan %2 $MgSO_4$ uygulaması ile elde edilmiştir. En düşük Fe değeri 77.1 mg kg^{-1} değeri ile topraktan 0 kg da^{-1} ve yapraktan %2 $MgSO_4$ uygulaması ile elde edilmiştir.

Bock (2000) tarafından danede demir konsantrasyonu için <10 (Noksan), 10-50 (Yeterli), >50 (Yüksek) sınır değerleri verilmiştir. Bu sınır değerlere göre deneme sonunda danede gerçekleştirilen mikro element analizlerinde danelerin demir konsantrasyonları Yüksek sınıfında yer almıştır.

Zhao vd. (2009), farklı orijinli 175 adet buğday hatlarının danelerinde mikro besin elementi konsantrasyonundaki varyasyonu inceledikleri çalışmada ekmeklik buğday danelerinin Fe konsantrasyonlarının 28.8-50.8 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini, bu durumda buğdayda mikro elementlerle biyozenginleştirme stratejilerinin geliştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Eyüpoğlu vd. (1999), Akdeniz Bölgesinden aldıkları buğday örneklerinin dane demir konsantrasyonunun ortalama 42.06 mg kg⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Danede Mangan: Artan dozlarda toprağa uygulanan ve iki farklı dozda yaprağa uygulanan MgSO₄ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin dane örneklerindeki mangan (Mn) konsantrasyonuna etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek Mn değeri, 117.1 mg kg⁻¹ değeri ile topraktan 4 kg da⁻¹ MgSO₄ ve yapraktan %2 MgSO₄ uygulaması ile elde edilmiştir. En düşük Mn değeri 62.7 mg kg⁻¹ değeri ile topraktan 0 kg da⁻¹ ve yapraktan %0 MgSO₄ uygulaması ile elde edilmiştir.

Reuter ve Robinson (1997) tarafından buğday daneleri için verilen <15 (Noksan), 5-19 (Düşük), >19 (Yeterli) sınır değerlerine göre deneme sonunda gerçekleştirilen mikro element analiz sonuçlarında buğday danelerinin mangan konsantrasyonlarının Yeterli sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

Eyüpoğlu vd. (1999), Akdeniz Bölgesinden aldıkları buğday örneklerinin buğday dane mangan içeriğinin ortalama 37.41 mg kg⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Danede Bakır: Artan dozlarda toprağa uygulanan ve iki farklı dozda yaprağa uygulanan MgSO₄ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin dane örneklerindeki bakır (Cu) konsantrasyonuna etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek Cu değeri, 8.9 mg kg⁻¹ değeri ile topraktan 4 kg da⁻¹ MgSO₄ ve yapraktan %2 MgSO₄ uygulaması ile elde edilmiştir. En düşük Cu değeri 5.6 mg kg⁻¹ değeri ile topraktan 0 kg da⁻¹ ve yapraktan %2 MgSO₄ uygulaması ile elde edilmiştir.

Reuter ve Robinson (1997) tarafından buğday daneleri için verilen <1.00 (Noksan), >1.00 (Yeterli) sınır değerlerine göre deneme sonunda gerçekleştirilen mikro element analiz sonuçlarına göre danelerin bakır konsantrasyonları Yeterli sınıfında yer almıştır.

Eyüpoğlu vd. (1999), Akdeniz Bölgesinden aldıkları buğday örneklerinin dane bakır konsantrasyonlarının ortalama 5.50 mg kg⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.9. Dane örneklerinin mikro element konsantrasyonları¹

Topraktan MgSO ₄ kg da ⁻¹	DANE											
	Zn (mg kg ⁻¹)			Fe (mg kg ⁻¹)			Mn (mg kg ⁻¹)			Cu (mg kg ⁻¹)		
	Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)		
	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.
TMg0	50.3 CD ³	41.3 D	45.8	92.2 DE	77.1 E	84.6	62.7 F	73.1 E F	67.9	6.3 FG	5.6 G	5.9
TMg2	70.6 AB	67.3 AB	69	114 CD	170.7 A	142.3	80.3 DE	91.1 B C D	85.7	8.4 AB	8.2 ABC	8.3
TMg4	50.1 CD	57.1 BC	53.6	102.9 DE	136.4 BC	119.6	87.1 CDE	117.1 A	102.1	7.03 DEF	8.9 A	7.9
TMg6	49.1 CD	56.7 BC	52.9	99.6 DE	120.2 BCD	109.9	75.3 EF	101.5 B	88.4	7.4 CDE	7.8 BCD	7.6
TMg8	55.4 BCD	82.3 A	68.3	108.7 CDE	148.3 AB	128.5	96.03 BC	90.1 BCD	93.1	6.5 EF	7.9 BCD	7.2
Ort.	55.1	60.9		103.4	130.5		80.3	94.6		7.1	7.7	
Varyans Analizi ²												
T	***			***			***			***		
Y	ö.d.			**			***			**		
T*Y	*			*			**			**		

1. Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır.

2. ö.d. : önemli değil; *** % 0.1 düzeyinde önemli; ** %1 düzeyinde önemli, * %5 düzeyinde önemli

3. Aynı sütunda büyük harfle gösterilen değerler farklı MgSO₄ dozları arasında aynı dönemde % 5 düzeyindeki farkı göstermektedir.

4.5.6. Kışlık ekmeklik buğdayda saman örneklerinin makro element konsantrasyonları ve protein içeriklerinin değerlendirilmesi

Samanda toplam azot ve protein: Yapılan çalışmada kışlık ekmeklik buğday çeşidinin saman örneklerindeki toplam azot ve protein konsantrasyonları Çizelge 4.10' da gösterilmiştir.

Artan dozlarda topraktan $MgSO_4$ ve iki farklı dozda yapraktan $MgSO_4$ uygulamalarının saman örneklerindeki toplam azot ve protein konsantrasyonu üzerine istatistiksel etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek toplam azot ve protein konsantrasyonu topraktan 4 kg da^{-1} $MgSO_4$ ve yapraktan %2 $MgSO_4$ uygulamasında elde edilmiştir.

Çizelge 4.10. Saman örneklerinin toplam azot konsantrasyonları ve protein içerikleri¹

Topraktan $MgSO_4$ kg da^{-1}	SAMAN					
	%N			% Protein		
	Yapraktan $MgSO_4$ (%)			Yapraktan $MgSO_4$ (%)		
	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.
TMg0	0.9 B ³	0.8 B	0.87	5.22 B	4.77 B	4.99
TMg2	0.9 B	0.9 B	0.9	5.25 B	5.07 B	5.16
TMg4	0.8 B	1.4 A	1.1	4.82 B	7.96 A	6.39
TMg6	0.8 B	0.8 B	0.8	4.64 B	4.83 B	4.73
TMg8	1.0 B	1.0 B	1.0	6.67 B	5.59 B	6.13
Ort.	0.9	1.02		5.32	5.64	
Varyans Analizi ²						
T	*			*		
Y	ö.d.			ö.d.		
T*Y	**			**		

1. Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır.

2. ö.d. : önemli değil; ** %1 düzeyinde önemli, * %5 düzeyinde önemli

3. Aynı sütunda büyük harfle gösterilen değerler toprağa uygulanan farklı $MgSO_4$ dozları arasındaki % 5 düzeyindeki farkı göstermektedir.

Kışlık ekmeklik buğday çeşidinin saman örneklerinin makro element konsantrasyonları Çizelge 4.11' de gösterilmiştir.

Samanda Fosfor: Artan dozlarda toprağa ve iki farklı dozda yaprağa uygulanan $MgSO_4$ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin saman örneklerindeki fosfor (P) konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel analiz sonucu %0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En düşük P konsantrasyonu % 0.023 ile 6 kg da⁻¹ $MgSO_4$ uygulamasında belirlenirken en yüksek değer olan %0.038 değeri ile 8 kg da⁻¹ uygulamasında belirlenmiştir.

Samanda Potasyum: Artan dozlarda toprağa ve iki farklı dozda yaprağa uygulanan $MgSO_4$ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin saman örneklerindeki potasyum (K) konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel analiz sonucu %0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En düşük K konsantrasyonu % 0.97 ile 8 kg da⁻¹ $MgSO_4$ uygulamasında belirlenirken en yüksek değer olan %1.71 değeri ile 2 kg da⁻¹ uygulamasında belirlenmiştir.

Samanda Magnezyum: Artan dozlarda toprağa ve iki farklı dozda yaprağa uygulanan $MgSO_4$ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin saman örneklerindeki magnezyum (Mg) konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel analiz sonucu önemli düzeyde bulunmamıştır. En düşük Mg konsantrasyonu % 0.12 ile 0 kg da⁻¹ $MgSO_4$ uygulamasında belirlenirken en yüksek değer olan % 0.15 değeri ile 4 kg da⁻¹ uygulamasında belirlenmiştir.

Samanda Kalsiyum: Artan dozlarda toprağa ve iki farklı dozda yaprağa uygulanan $MgSO_4$ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin saman örneklerindeki kalsiyum (Ca) konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel analiz sonucu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En düşük Ca konsantrasyonu % 0.14 ile 0 kg da⁻¹ $MgSO_4$ uygulamasında belirlenirken en yüksek değer olan %0.19 değeri ile 4 kg da⁻¹ uygulamasında belirlenmiştir.

Kurvits ve Kirkby (1980), toprak solüsyonunda K^+ ve NH_4^+ 'un fazla miktarda bulunması Mg^{+2} alımını olumsuz yönde etkilemektedir. Ve bitkiler göreceli olarak daha az Mg^{+2} almaktadır. Benzer etkileşim Mg^{+2} ile Mn^{+2} arasında da saptanmış, Mn^{+2} konsantrasyonu arttıkça Mg^{+2} alımının azaldığı belirlenmiştir.

Bitkiler tarafından magnezyum (Mg^{+}) alımını sırasıyla $K^+ > NH_4^+ > Ca^{+2} > Na^+$ katyonları etkiler (Penolosa vd. 1995, Mills ve Jones Jr. 1996).

Çizelge 4.11. Saman örneklerinin makro element konsantrasyonları¹

Topraktan MgSO ₄ kg da ⁻¹	SAMAN											
	P (%)			K (%)			Mg (%)			Ca (%)		
	Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)		
	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.
TMg0	0.038 B	0.033 B	0.035	1.24 E	1.64 B	1.44	0.11	0.12	0.12 C ³	0.13 E	0.15 CD	0.14
TMg2	0.028 C	0.025 C	0.026	1.57 BC	1.86 A	1.71	0.12	0.13	0.13 BC	0.16 BC	0.16 BC	0.16
TMg4	0.025 C	0.036 B	0.030	1.60 B	1.67 B	1.63	0.14	0.15	0.15 A	0.21 A	0.17 B	0.19
TMg6	0.020 D	0.027 C	0.023	1.46 CD	0.79 F	1.12	0.12	0.14	0.13 AB	0.15 CD	0.17 B	0.16
TMg8	0.026 C	0.051 A	0.038	0.58 G	1.37 DE	0.97	0.12	0.14	0.13 BC	0.15 CD	0.14 D	0.14
Ort.	0.027	0.034		1.29	1.46		0.12	0.14		0.16	0.16	
Varyans Analizi ²												
T	***			***			***			***		
Y	**			***			**			ö.d.		
T*Y	***			***			ö.d.			**		

1. Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır.

2. ö.d. : önemli değil; *** % 0.1 düzeyinde önemli; ** %1 düzeyinde önemli, * %5 düzeyinde önemli

3. Aynı sütunda büyük harfle gösterilen değerler toprağa uygulanan farklı MgSO₄ dozları arasındaki % 5 düzeyindeki farkı göstermektedir.

4.5.7. Kışlık ekmeklik buğdayda saman örneklerinin mikro element konsantrasyonları ve değerlendirilmesi

Kışlık ekmeklik buğday çeşidinin saman örneklerinin mikro element konsantrasyonları Çizelge 4.12' de gösterilmiştir.

Samanda Çinko: Artan dozlarda topraktan uygulanan $MgSO_4$ gübresi ve yapraktan uygulanan iki farklı dozda $MgSO_4$ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin saman örneklerindeki çinko (Zn) konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel analiz sonucu % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En düşük konsantrasyon 12.1 mg kg^{-1} ile topraktan 8 kg da^{-1} ve yapraktan %2 $MgSO_4$ uygulamasında elde edilirken, en yüksek konsantrasyon olan 36.2 mg kg^{-1} değeri ile kontrol uygulamasında belirlenmiştir.

Samanda Demir: Artan dozlarda topraktan uygulanan $MgSO_4$ gübresi ve yapraktan uygulanan iki farklı dozda $MgSO_4$ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin saman örneklerindeki demir (Fe) konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel analiz sonucu % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. En düşük konsantrasyon 116.8 mg kg^{-1} ile topraktan 8 kg da^{-1} ve yapraktan %0 $MgSO_4$ uygulamasında elde edilirken, en yüksek konsantrasyon olan 284.2 mg kg^{-1} değeri ile topraktan 4 kg da^{-1} $MgSO_4$ ve yapraktan %0 $MgSO_4$ uygulamasında belirlenmiştir.

Samanda Mangan: Artan dozlarda topraktan uygulanan $MgSO_4$ gübresi ve yapraktan uygulanan iki farklı dozda $MgSO_4$ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin saman örneklerindeki mangan (Mn) konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel analiz sonucu % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. En düşük konsantrasyon 67.2 mg kg^{-1} ile topraktan 6 kg da^{-1} ve yapraktan %0 $MgSO_4$ uygulamasında elde edilirken, en yüksek konsantrasyon olan 101.3 mg kg^{-1} değeri ile kontrolde belirlenmiştir.

Samanda Bakır: Artan dozlarda topraktan uygulanan $MgSO_4$ gübresi ve yapraktan uygulanan iki farklı dozda $MgSO_4$ gübresinin kışlık ekmeklik buğday çeşidinin saman örneklerindeki bakır (Cu) konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel analiz sonucu % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En düşük konsantrasyon 4.6 mg kg^{-1} ile topraktan 8 kg da^{-1} ve yapraktan %0 $MgSO_4$ uygulamasında elde edilirken, en yüksek konsantrasyon olan 5.8 mg kg^{-1} değeri ile topraktan 6 kg da^{-1} $MgSO_4$ ve yapraktan %2 $MgSO_4$ uygulamasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. Saman örneklerinin mikro element konsantrasyonları¹

Topraktan MgSO ₄ kg da ⁻¹	SAMAN											
	Zn (mg kg ⁻¹)			Fe (mg kg ⁻¹)			Mn (mg kg ⁻¹)			Cu (mg kg ⁻¹)		
	Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)			Yapraktan MgSO ₄ (%)		
	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.	YMg0	YMg2	Ort.
TMg0	36.2 A ³	17.1 CD	26.6	124.8 C	151.8 BC	138.3	101.3 A	98.6 A	100	5.4 BC	5.5 ABC	5.45
TMg2	18.6 CD	22.2 BC	20.4	191.6 BC	192.5 BC	192.1	83.9 BC	99.4 A	91.6	5.7 AB	4.7 E	5.2
TMg4	16.7 CD	14.7 D	15.7	284.2 A	128 C	206.1	68.1 E	94.3 AB	81.2	5.2 CD	5.6 ABC	5.4
TMg6	27.9 B	14.8 D	21.3	231.6 AB	144 B C	187.8	67.2 E	80.8 CD	74	5.5 ABC	5.8 A	6.65
TMg8	16.8 CD	12.1 D	14.4	116.8 C	134 C	125.4	71.1 DE	77.3 CDE	74.2	4.6 E	4.8 DE	4.7
Ort.	23.2	16.2		189.8	150	78.3	90.1			5.3	5.3	
Varyans Analizi ²												
T	***			ö.d.			***			***		
Y	***			ö.d.			***			ö.d		
T*Y	***			*			*			***		

1. Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır.

2. ö.d. : önemli değil; *** % 0.1 düzeyinde önemli; * %5 düzeyinde önemli

3. Aynı sütunda büyük harfle gösterilen değerler toprağa uygulanan farklı MgSO₄ dozları arasındaki % 5 düzeyindeki farkı göstermektedir.

5. SONUÇLAR

Toprağa artan dozlarda uygulanan $MgSO_4$ gübresi sonucu toprak örneklerinin pH düzeyinde azalma meydana gelmiştir. $TMg0$ uygulamasına göre diğer bütün uygulamalarda toprak pH' sı daha düşük olarak belirlenmiş; ancak $TMg2$, $TMg4$, $TMg6$ ve $TMg8$ uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Toprak pH' sındaki yaklaşık 0.2 birimlik bu düşmeye uygulanan Mg' lu gübrenin SO_4 içeriğinin neden olduğu ancak killi tın tekstüre sahip toprağın yüksek KDK ve kireç içeriğinden dolayı tamponlama kapasitesinin pH' nın daha fazla düşmesine izin vermediği düşünülmektedir. Deneme toprağının EC ve organik madde içeriği üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Yapılan saksı denemesinde gerçekleştirilen uygulamaların deneme toprağının N, Ca ve Na konsantrasyonlarında herhangi bir etki gözlemlenmemiştir. Bunun yanında artan dozlarda uygulanan $MgSO_4$ gübresinin deneme toprağının P, K ve Mg konsantrasyonları üzerine etkili olduğu gözlemlenmiştir. Deneme toprağında belirlenen alınabilir P konsantrasyonundaki değişimin pH' da ki değişimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Toprağa uygulanan $MgSO_4$ düzeyi arttıkça toprağın değişebilir potasyum (K) konsantrasyonunda azalma meydana gelmiştir. $MgSO_4$ gübrelemesinin toprakta bitkiye yararışlı K konsantrasyonunun azalmasına neden olduğu düşünülmektedir. İdeal bir toprakta Mg:K oranı 2:1' dir. Deneme toprağı, artan düzeylerde $MgSO_4$ uygulamalarına bağlı olarak sırasıyla Mg: K oranı ortalama 0.75, 0.86, 1.25, 2.5, 6.5 değerlerine sahip olmuştur. Bu durumda 0, 2, 4, ve 8 kg da⁻¹ $MgSO_4$ uygulamalarının toprakta ideal Mg: K oranından uzaklaştığı ideal oranın ise 6 kg da⁻¹ uygulamasında elde edildiği görülmektedir.

Artan dozlarda topraktan uygulanan $MgSO_4$ gübresinin toprağın değişebilir magnezyum (Mg) konsantrasyonlarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar arası Mg konsantrasyonlarına bakıldığında en yüksek Mg konsantrasyonu toprağa 8 kg da⁻¹ $MgSO_4$ gübresi uygulaması ile elde edilmiştir. 0, 2, 4, 6 kg da⁻¹ $MgSO_4$ uygulamalarında toprağın Mg konsantrasyonu orta sınıfında (0.451- 0.950 me 100 g⁻¹) yer alırken 8 kg da⁻¹ uygulamasında iyi sınıfına (0.951<) geçmiştir.

Artan dozlarda topraktan uygulanan $MgSO_4$ gübresinin deneme toprağının toplam magnezyum (Mg) konsantrasyonu üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek toplam Mg düzeyi topraktan 6 ve 8 kg da⁻¹ $MgSO_4$ uygulamalarından elde edilmiş; kontrol toprağına göre 5.6 kata varan bir artış belirlenmiştir.

Yapılan saksı denemesi sonunda alınan toprak örneklerinde gerçekleştirilen toprağın alınabilir mikro element analizlerinde, artan dozlarda uygulanan $MgSO_4$ gübresinin alınabilir Zn, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonlarında herhangi bir etki gözlemlenmemiştir.

Buğdayın dane örneklerinin toplam N ve protein düzeyleri istatistiksel olarak önemsiz bulunmasına rağmen dane örneklerinin protein düzeyleri incelendiğinde elde edilen veriler ekmeklik buğday çeşitlerinde istenilen minimum protein içeriğinin (% 11-12) üzerinde belirlenmiştir.

Buğday danelerinde toplam P, K, Mg ve Ca düzeylerinin istatistiksel analiz sonuçları önemli bulunmuştur. Dane örneklerinin toplam P düzeyleri incelendiğinde TMg8 YMg2 uygulamasında en yüksek toplam P konsantrasyonu elde edildiği görülmektedir. K düzeylerinde en yüksek düzeyler TMg2 YMg0, TMg4 YMg2 ve TMg6 YMg2 uygulamalarında ve aynı değerlerin elde edildiği görülmektedir. Dane örneklerindeki toplam Mg düzeyleri incelendiğinde en yüksek konsantrasyon TMg8 YMg 2 uygulamasında elde edilmiştir. Dane Mg konsantrasyonu kontrol uygulamasına göre 0.045 birim artış olduğu görülmektedir. Buğday danelerindeki Ca düzeyleri incelendiğinde en yüksek danede Ca konsantrasyonu TMg4 YMg2 uygulamasında elde edilmiştir.

Buğday dane örneklerinde yapılan mikro element sonuçları incelendiğinde elde edilen veriler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Danede elde edilen en yüksek toplam Zn düzeyinin TMg8 YMg2 uygulamasında, Fe düzeyinin TMg2 YMg2 uygulamasında, Mn düzeyinin TMg4 YMg2 uygulamasında ve son olarak Cu düzeyinin ise TMg2 YMg2 uygulamalarında gerçekleştiği belirlenmiştir.

Artan dozlarda topraktan $MgSO_4$ ve iki farklı dozda yapraktan $MgSO_4$ uygulamalarının saman örneklerindeki toplam azot ve protein konsantrasyonu üzerine etkisi istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Saman örneklerinin fosfor (P) içerikleri; uygulama dozlarının artması ile saman örneklerindeki P konsantrasyonu da artmıştır.

Saman örneklerinin potasyum (K) içerikleri; uygulama dozlarının artması ile saman örneklerindeki K konsantrasyonlarında azalma meydana gelmiş ve en yüksek saman K konsantrasyonu $2 \text{ kg da}^{-1} MgSO_4$ ve %2 $MgSO_4$ elde edilmiştir.

Saman örneklerinin magnezyum (Mg) içerikleri; en yüksek saman Mg konsantrasyonu $4 \text{ kg da}^{-1} MgSO_4$ uygulaması ile elde edilmiştir.

Saman örneklerinin kalsiyum (Ca) içerikleri; en yüksek saman Ca konsantrasyonu $4 \text{ kg da}^{-1} MgSO_4$ uygulamasında belirlenmiştir.

Saman örneklerinde yapılan mikro element analizleri sonucunda Zn, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonları, farklı dozlarda yapılan gübre uygulamaları sonucunda istatistiksel olarak önemli bulunmuşlardır.

6. KAYNAKLAR

- Abou El-Nour EAA, Shaaban MM (2012). Response of Wheat Plants to Magnesium Sulphate Fertilization. American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology, 2: 56-63. <http://scialert.net/fulltext/?doi=ajpnft.2012.56.63&org> (Erişim tarihi: 08.01.2018)
- Anonim, 2014 Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Hububat Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele
- Atar, B. 2010. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinde tohumla ön işlem ve azot dozu uygulamalarının kış öncesi büyüme özellikleri ile dane verimi ve kalite özelliklerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ateş, K. ve TURAN, V. Bingöl ili merkez ilçesi tarım topraklarının bazı özellikleri ve verimlilik düzeyleri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi Turk J Agric Res* (2015) 2:108-113 TÛTAD ISSN: 2148-2306
- Bahar, B. 2015 Organik koşullarda yetiştirilen bazı kışlık ekmeklik buğday genotiplerinde, bazı agronomik, fizyolojik ve teknolojik özellikler arasındaki ilişkilerin saptanması. 11. Tarla Bitkileri Kongresi. Çanakkale. Syf:10.
- Bergmann W (1992). Nutritional Disorders of Plants. Development, Visual and Analytical Diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York.
- Black, C.A. 1965. Methods of Soil Analysis. Part:2. Amer. Soc. Of Agronomy Inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA, 1372-1376.
- Black, C. A. 1957. Soil-Plant Relationships. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Bock, M., A. 2000. Minor Constituents of Cereals. In: Kulp, K., Ponte Jr., J.g. (Eds.), Handbook of Cereals Science and Technology, second ed. Marcel Dekker Inc, New York, pp. 479-504
- Bouis, H. E. (2003). Micronutrient fortification of plants through plant breeding: Can it improve nutrition in man at low cost? Proceeding of the Nutrition Society 62, 403-411. doi:10.1079/PNS2003262
- Bouyoucos, G.J. 1955. A Reclamation of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soils, *Agronomy Journal*, 4 (9): 434.
- Çağlar, K.Ö. 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, Sayı:10.
- Çakmak, I. (2008). Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant and Soil* 302, 1-17. doi:10.1007/s11104-007-9466-3
- Çakmak, İ., Zou, C.Q., Zhang, Y. Q., Rashid, A., Ram, H., Savaşlı, E., Arısoy, R.Z., Ortiz, Simunji, S., Wang, Z. H., Sohu, V., Hassan, M., Kaya, Y., Önder, O., Lungu, O., Mujahid, M.Y., Joshi, A.K., Zelenskiy, Y., Zhang, F. S. 2012 Biofortification of wheat with zinc through zinc fertilization in seven countries. *Plant Soil* (2012) 361:119–130 DOI 10.1007/s11104-012-1369-2.

- Çakmak, İ., Velu, G., Ortiz-Monasterio, I., Hao, Y., Singh, R.P. 2013. Biofortification strategies to increase grain zinc and iron concentrations in wheat. *Journal of Cereal Science* 59 (2014) 365- 372.
- Draycott AP, Allison MF (1998). Magnesium Fertilisers in Soil and Plants: Comparisons and Usage. The International Fertiliser Society- Proceeding. [http://fertiliser.society.org/society-proceedings/1995---1999-\(362---445\)/proceeding-412/c-23/c107/p-611](http://fertiliser.society.org/society-proceedings/1995---1999-(362---445)/proceeding-412/c-23/c107/p-611)
- Dorenstouter, H., Pieters, G. A. and Findenegg G. R. (1985) Distribution of magnesium between chlorophyll and other photosynthetic functions in magnesium deficient 'sun' and 'shade' leaves of poplar. *J. Plant Nutr.* 8, 2088- 1101
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M. Kotancılar, H.G. 2002. Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Serisi No:82.
- Eyüboğlu, F., Kurucu, N., Talaz, S. 1999, Orta Anadolu'da yetiştirilen hububatın mikro ve makro elementlerle beslenme durumu. Orta Anadolu Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu 8-11 Haziran. Konya. s:275-279.
- Fajemilehin SOK, Babayemi OJ, Fagbuaro SS (2008). Effect of anhydrous magnesium sulphate fertilizer and cutting frequency on yield and chemical composition of *Panicum maximum*. *African Journal of Biotechnology* Vol. 7 (7), pp. 907-911.
- FAO, 2017.,FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2017. The State of Food Security and Nutrition in the World 2017. Building resilience for peace and food security. Rome, FAO
- Garvin, D., Welch, R., M. ve Finley, J. F. 2006. Historical shifts in the seed mineral micronutrient concentration of US hard red winter wheat germplasm. *Journal of the science of food and agriculture* 86:2213-2220.
- Gerhardt, R., Stitt, M., Heldt, H. W. (1987). Subcellular metabolite levels in spinach leaves. *Plant Physiology*, 83(2), 399-407.
- Gezgin, S., Dursun N., Hamurcu M. 1999. Farklı fosfor gübre ve çinko dozlarının ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin verim ve verim unsurlarına etkileri. Orta Anadolu Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu 8-11 Haziran. Konya. s:249-258.
- Graham, R. D., Welch, R. M., Saunders, D. A., Ortiz- Monasterio, I., Bouis, H. E., Bonierbale, M., De Haan, S., Burgos, G., Thiele, G., Liria, R., Meisner, C. A., Beebe, S. E., Potts, M. J., Kadian, M., Hobbs, P. R., Twomlow, S. 2007. Nutrious sunsistence food systems. *Advences in Agronomy* 92, 1- 74.
- Gürbüz, M.A. 2011 Trakya koşullarında baklagillerin kışlık II. ürün ve yeşil gübreolarak buğday-ayçiçeği münavebesine dahil edilmesinin buğday verimi ve azot beslenmesi üzerine etkileri. 5. Bitki Besleme ve Gübreleme Kongresi. s:619- 627. İzmir.
- Güzel N, Gülüt K Y, Büyük G (2004). Toprak Verimliliği ve Gübreler Bitki Besin Elementlerine Giriş. Ç.Ü. Zir. Fak. Genel Yayın No:246 Ders Kitapları Yayın No: A 80, Adana, 323-329.

- Haberle, J., Svodoba, Raimonova, I. 2008. The effect of post-anthesis water supply on grain nitrogen concentration and grain nitrogen yield of winter wheat. *Plant Soil Environ.*, 54, 2008 (7): 304–312.
- Hermans, C., Johnson, G. N., Strasser, R. J., Verbruggen, N. (2004). Physiological characterisation of magnesium deficiency in sugar beet: acclimation to low magnesium differentially affects photosystems I and II. *Planta*, 220(2), 344-355.
- Işık Y., Gezgin S., Bitgi S., Tongorlak Ş., Yıldırım A.İ., Hamurcu M., Dursun N. 1999. Konya ve Karaman ili tarım topraklarının bazı özellikleri ve bitkiye elverişli mikro element konsantrasyonları. *Orta Anadolu Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu 8-11 Haziran, Konya.* s:280-287.
- İbrikçi, H., Karnez, E., Çetin M, Topçu, S., Kırdı C., Öztekin, E., Dingil, M., ve KORKMAZ, K. 2011. Çukurova bölgesi buğday alanlarında topraktaki mineral azot ile verim ve azot kullanımı arasındaki ilişki. 5. Bitki Besleme ve Gübreleme kongresi. İzmir. s: 52-57.
- İpek, M., Toğay, Y. 2015. Buğday, çinko ve fosfor uygulamalarının verim ve verim öğelerine etkisi. 11. Tarla Bitkileri Kongresi. s.66.
- Jahnen- Dechent, W. ve Ketteler, M. (2012). Magnesium basics. *Clinical Kidney Journal*, 5 (1), i3-i14.
- Kaçar, B. 1986, Gübreler ve Gübreleme Tekniği. T.C. Ziraat Bankası Yayınları. Ankara, 473 s.
- Kaçar, B. ve Katkat, V., 1998, Bitki Besleme (Ders Kitabı), Uludağ Üniversitesi, Güçlendirme Vakfı Yayın No.127, Vipaş Yayınları 3, Bursa. S.1- 595.
- Kaçar, B ve İnal, A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın No:1241.
- Kaçar, B. 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayın No: 1387, Genişletilmiş İkinci Baskı, ISBN 978-605-395-184-1, Ankara.
- Kaçar B, Katkat V (2010). Bitki Besleme. Nobel Yayın Dağıtım Yayın No:849 Fen Bilimleri:30 Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın No:49, Ankara, 377-395.
- Kahraman, T. 2006, Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı ekim zamanı ve azotlu gübreleme uygulamalarının, dane dolum süresi ve dane dolum oranı ile verim ve kalite unsurlarına etkilerinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarla bitkileri ana bilim dalı.
- Kaplan, M. ve Orman, Ş., (1998), *Journal of plant Nutrition*, 21 (8), 1655- 1665.
- Kendal E, Tekdal S, Aktaş H, Karaman M (2012). Bazı makarnalık buğday çeşitlerinin Diyarbakır ve Adıyaman sulu koşullarında verim ve kalite parametreleri yönünden karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (2): 1-14.
- Laing, W., Greer, D., Sun, O., Beets, P., Lowe, A., Payn, T. (2000). Physiological impacts of Mg deficiency in *Pinus radiata*: growth and photosynthesis. *The New Phytologist*, 146(1), 47-57.
- Li, M., Wang, S., Tian, X., Zhao, J., Li, H., Guo, C., Chen, Y., Zhao, A. 2015. Zn distribution and bioavailability in whole grain and grain fractions of winter wheat

- as affected by applications of soil N and foliar Zn combined with N or P. *Journal of Cereal* 61 (2015) 26-32.
- Lindsay, W.L., Norwell, W.A. 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper, *Soil Science. American Journal*. 42 (3): 421- 428.
- Liu, H., Wang, Z.H., Li, F., Li, K., Yang, N., Yang, Y., Huang, D., Liang, D., Zhao, H., Mao, H., Liu, J., Qiu, W. 2013. Grain iron and zinc concentrations of wheat and their relationships to yield in major wheat production areas in China. *Field crops research* 156(2014) 151- 160.
- Loue, A. 1968. Diagnostis Petiolaire de Prospection. Etudes Sur la Nutrition et al Fertilisation Potassiques de la Vigne. Societe Commerciale des Potasses d'Alsace Services Agronomiques, 31-41.
- Marschner, H. (2012). Marschner's mineral nutrition of higher plants. Vol. 89.
- McLean RM. Magnesium and its therapeutic uses: A review. *Am J Med* 1994;96:63-76.
- Mills, H. A. ve J. B. Jones, Jr. (1996). *Plant Analysis Handbook II*. Athens, GA: Micro Macro Publishing, Inc.
- Mut Z, Aydın N, Bayramoğlu H O, Özcan, H (2007). Bazı ekmeklik buğday (*Triticum Aestivum* L.) genotiplerinin verim ve başlıca kalite özelliklerinin belirlenmesi. *On dokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (2):193-201.
- Musso, C.G. (2009). Magnesium metabolism in health and disease. *Int Urol Nephrol*, 41 (2), 357-362.
- Murff, H.J., Villegas, R. (2013). Dietary Calcium and Magnesium and the Risk of Type 2 Diabetes. R. R. Watson ve V. R. Preedy (Ed.). *Bioactive Food as Dietary Interventions for Diabetes* (s. 173-182). USA: Elsevier.
- Murozuka, E., Bang, T., Frydenvang J., Lindedam, J., Laursen, K.H., Bruun, S., Magid, J., Schjoerring, J.K. 2015. Concentration of mineral elements in wheat straw: genotypic differences and consequences for enzymatic saccharification. *Biomass and bioenergy*, 75 (2015) 134-141.
- Olsen, S.R., Sommers, E.L. 1982. Phosphorus Availability Indices. Phosphorus Soluble in Sodium Bicarbonate Methods of Soils Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Editors: A.L. Page. R.H. Miller. D.R. Keeney, 404-430.
- O'neal, D., Joy, K. W. (1974). Glutamine Synthetase of Pea Leaves: Divalent Cation Effects, Substrate Specificity, and Other Properties. *Plant physiology*, 54(5), 773.
- Osemwota IO, Omuetti JAI, Ogboghodo AI (2007). Effect of Calcium/Magnesium Ratio in Soil on Magnesium Availability, Yield and Yield Components of Mazie. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38: 2849-2860 <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00103620701663081#tabModule> (Erişim tarihi, 22.08.2019)

- Özdemir, S., Savaşlı, E., Önder, Ö., Soylu, S. 2015. Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde toprak üstü biyokütle ve kök özellikleri arasındaki ilişkilerin araştırılması. 11. Tarla Bitkileri Kongresi. Çanakkale. s.64
- Özkaya H ve Özkaya B. 2003. Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 152 s. Ankara.
- Pfeiffer, W. H., & McClafferty, B. (2007). Biofortification: Breeding micronutrient dense crops. In: M. S. Kang & P. M. Priyadarshan (Eds.) Breeding major food staples (pp. 61-91). New York: Blackwell Science.
- Peaslee, D. E., Moss, D. N. (1966). Photosynthesis in K-and Mg-deficient maize (*Zea mays* L.) leaves. *Soil Science Society of America Journal*, 30(2), 220-223.
- Penalosa J. M., M.D. Caceres ve M. J. Sarro (1995). Nutrition of bean plants in sand culture: influence of calcium/ potassium ratio in the nutrient solution. *J. Plant Nutr.* 18: 2023- 2032
- Plank, C.O. 1989. Plant analysis handbook for Georgia. Athens (GA): University of Georgia cooperative extension service.
- Pierce, J. (1986). Determinants of substrate specificity and the role of metal in the reactions of ribulosebisphosphate carboxylase/oxygenase. *Plant physiology*, 81(4), 943-945.
- Raman, R., Gupta, A., Krishna, S., Kulothungan, V. ve Sharma, T. (2012). Prevalence and risk factors for diabetic microvascular complications in newly diagnosed type II diabetes mellitus. Sankara Nethralaya Diabetic Retinopathy Epidemiology and Molecular Genetic Study (SN-DREAMS, report 27). *J Diabetes Complications*, 26 (2), 123-128.
- Rasmussen, I., S., Dresboll, D. B., Throup-Kristensen, K. 2015. Winter wheat cultivars and nitrogen (N) fertilization-effects on root growth, N uptake efficiency and N use efficiency. *European journal of agronomy* 68 (2015) 38-49.
- Reuter, D.J., Robinson, J., B. 1997, Plant Analysis and Interpretation Manual second edition. National library of Australia cataloguing-in- publication entry.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S. Dept. Agriculture Handbook No:60, 110: 8.
- Rhoads F.M, 1987. Relative Availability of Three Mg Sources to Corn and Soybean. North Florida Research and Education Center Research Report No. 87-8. <http://ufdc.ufl.edu/UF00066063/00001> (Erişim tarihi: 08.01.2018)
- Sade, B. 1997. Tahıl Islahı (Buğday ve Mısır) Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:31, Konya.
- Sezal, M., Kara, R., Kaplan, A., Dokuyucu, T., Akkaya, A. 2007. Kahramanmaraş koşullarında farklı azot seviyelerinin üç ekmeklik buğday çeşidinde fenolojik dönemler, verim ve verim unsurlarına etkisi. *KSU Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10(1), 2007 s.106-115.

- Shinano, T., Osaki, M., Komatsu, K., Tadano, T. 1993. Comparison of production efficiency of the harvesting organs among field crops. *Soil Science and Plant Nutrition*, 39:2, 269-280, DOI: 10.1080/00380768.1993.10416998.
- Sillanpaa, M. 1982. Micro nutrients and the nutrient status of soils. A global study. FAO Soils Bulletin, No.48, FAO, Rome.
- Solh, M., 1987. Salinity Observations In Greenhouses Along Lebanon's Coast. *Lebanese Science Bulltin*, Volume 3, Number 1, Lebanese 5-9.
- Sperrazza JM, Spremulli LL (1983). Quantitation of cation binding to wheat germribosomes: influences on subunitassociationequilibria and ribosome activity. *Nucleic Acids Res.* 11:2665-2679.
- Stein Alexander J., 2009, Global impacts of human mineral malnutrition, *Plant Soil* (2010) 335:133–154
- Steinfurth, D., Zörb, C., Braukmann, F., Mühling KH. 2012 Time-dependent distribution of sulphur, sulphate and glutathione in wheat tissues and grain as affected by three sulphur fertilization levels and late S fertilization. *J Plant Physiol.* 2012 Jan 1;169(1):72-7. doi: 10.1016/j.jplph.2011.08.012. Epub 2011. Nov 8.
- Scott, B. J. And A.D Robson, 1990. Distribution of magnesium in sub terranean clover (*Trifolium sub terraneum* L.) in relation to supply. *Aust. J. Agric. Res.* 41:499-510
- Şahin, M., Akçacık A.G., Aydoğan S., Yakışır E. 2015. Orta Anadolu sulu koşullarında bazı ekmeklik buğday genotiplerinin verim ve kalite performanslarının belirlenmesi. 11. Tarla Bitkileri Kongresi. 7-10 Eylül 2015. Çanakkale.
- Tepecik, M., Barlas T.B. ve İlker, E. 2014. Farklı azotlu gübreler ve uygulama zamanlarının buğday verim ve verim komponentlerine etkileri. *Toprak Su Dergisi*, 2014,3 (1) : (24-30).
- Thun, R.,Hermann, R., Knickman, E. 1955. Die Untersuchung Von Boden. Neuman Verlag, Radelbeul und Berlin, s: 48-48.
- Türkiye İstatistik Kurumu www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 17.12.2017)
- TÜİK 2018. [https://www.tuik.gov.tr/veri tabanı](https://www.tuik.gov.tr/veri-tabanı) internet adresi.
- Trzcinski, T., Ferange, M.T., 1964. The Acidifyng Effect of Sulphur on the pH of Calcareous Soil. *Bull. Inst. Gembl.* 32, 256- 269.
- Uçgun K, Gezgin S (2008). Makro Bitki Besin Elementlerinin Hastalıklarla İlişkisi. 4. Ulusa Bitki Besleme ve Gübreleme Kongresi Bildiriler Kitabı, 696-705. Konya.
- Upadhyay RK, Patra DD (2011). Influence of Secondary Plant Nutrients (Ca and Mg) on Growth and Yield of Chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Asian Journal of Crop Science* 3 (3): 151-157. <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ajcs/2011/151-157.pdf> (Erişim tarihi, 10.07.2019).
- Valençaa A.W., Bakeb A., Brouwerb I.D., Gillera K.E., 2017, Agronomic biofortification of crops to fight hidden hunger in sub-Saharan Africa, *Global Food Security* 12 (2017) 8–14.

- White RP, Munro DC (1981). Magnesium Availability and Plant Uptake From Different Magnesium Sources in a Greenhouse Experiment. *Can J. Soil Sci.* 61: 397-400 (May 1981).
- White PJ, Broadley MR. 2005, Biofortifying crops with essential elements *Trends Plant Sci.* 2005 Dec;10(12):586-93. Epub 2005 Nov 3. Review.
- Williams, S. 1984. Official methods of analysis of the association of official analytical chemist. Published by the association of official analytical chemist. Inc. Wircinia 22 209, USA. 140 pp. 59-60.
- Wingler, A., Roitsch, T. (2008). Metabolic regulation of leaf senescence: interactions of sugar signalling with biotic and abiotic stress responses. *Plant Biology*, 10(s1), 50-62
- Wunderlich F (1978). Die Kernmatrix: Dynamisches Protein-Gerüst in Zellkernen. *Naturwiss. Rundsch.* 31:282-288.
- Qaim M, Stein AJ, Meenakshi JV (2007) Economics of biofortification. *Agric Econ* 37[Suppl 1]: 119–133.
- Yalın, S. B. 2016. Akdeniz Bölgesinde Farklı Lokasyonlarda Yetiştirilen Kışlık Ekmeklik Buğday Bitkilerinin Besin Elementi Konsantrasyonları ile Bazı Kalite Unsurları Arasındaki İlişkilerin Araştırılması, Akdeniz Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Antalya.
- Yılmaz A., Gültekin, İ., Arısoy, Z.R. 1999. Ekimde tohumla birlikte tohum yatağına uygulanan kompoze gübrelerin hububat çimlenme, çıkış ve verimine etkileri. Orta Anadolu hububat tarımının sorunları ve çözüm yolları sempozyumu 8-11 Haziran 1999, Konya.s:189-195.
- Yin, S., Ze, Y., Liu, C., Li, N., Zhou, M., Duan, Y., Hong, F. (2009). Cerium relieves the inhibition of nitrogen metabolism of spinach caused by magnesium deficiency. *Biological trace element research*, 132(1-3), 247-258.
- Zengin, M., Gökmen, F., Gezgin, S. 2011. Humik asit uygulamalarının ekmeklik buğdayın verim ve verim unsurlarına etkileri. 5. Bitki besleme ve gübre kongresi bildiriler kitabı. İzmir. S:605-611.
- Zörb, C., Mühling, K.H., Hasler, M., Gödde, V., Niehaus, K., Becker, D. ve Gellfus, C.M. 2013. Metabolic responses in grain, ear, and straw of winter wheat under increasing sulfur treatment. *Journal Plant Nutrition Soil Science* 2013, 176, 964-970.

ÖZGEÇMİŞ

Elif Meltem SÖNMEZ
emeltersonmez@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2016-2019	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, ANTALYA
Lisans 2011-2015	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

MESLEKİ GÖREVLER

Ziraat Mühendisi 2019-Devam Ediyor	Erkut Tarım
---------------------------------------	-------------