



**T. C.
SIVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PGPR BAKTERİLERİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ FARKLI
ORGANİK GÜBRELERİN SERA KOŞULLARINDA
BUĞDAY BİTKİSİNİN GELİŞİM VE VERİMİNE
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Uğur YILDIZ
(20219211002)**

**Biyomühendislik Ana Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Uğur TUTAR**

**SIVAS
MART 2024**

Uğur YILDIZ 'ın hazırladığı ve “**PGPR BAKTERİLERİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ FARKLI ORGANİK GÜBRELERİN SERA KOŞULLARINDA BUĞDAY BİTKİSİNİN GELİŞİM VE VERİMİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **BİYOMÜHENDİSLİK ANA BİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı **Doç. Dr. Uğur TUTAR**
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Jüri Üyesi **Prof. Dr. İbrahim TÜRKEKUL**
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Jüri Üyesi **Prof. Dr. Cem ÇELİK**
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nevcihan GÜRSOY
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.





Bütün hakları saklıdır.
Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

© Uğur YILDIZ , 2024

TEŞEKKÜR

Çalışma sırasında bana destek olan ve beni bu süreçte yalnız bırakmayan aileme, bilgi ve tecrübeleri ile elini üzerimden çekmeyen, bana bu tezimde yol gösteren değerli hocam Doç. Dr. Uğur TUTAR' a ve tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.



ETİK

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

29.03.2024
Uğur YILDIZ

ÖZET

PGPR BAKTERİLERİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ FARKLI ORGANİK GÜBRELERİN SERA KOŞULLARINDA BUĞDAY BİTKİSİNİN GELİŞİM VE VERİMİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Uğur YILDIZ

Yüksek Lisans Tezi

Biyomühendislik Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç Dr. Uğur TUTAR

2024

PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) bitkilerle simbiyotik yaşayan bakterilerdir. PGPR'ler toprakta doğal olarak bulunan, bitki köklerinde kolonize olan, kök gelişimini uyararak, hastalık ve zararlılara karşı biyokontrol etkinliği gösteren bakterilerdir.

Çalışmamızda kullanılan solucan gübresi (vermikompost), leonardit, hayvan gübresi organik gübreler olup tarımda toprak düzenleyici olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, farklı organik gübrelere, PGPR bakterisi olan *Bacillus subtilis* (ATCC 6633) ilave edilerek buğday bitkisi üzerinde gövde ve kök gelişimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmamızda *B. subtilis* ilave edilmiş toprak örneğinde bitki yaprak uzunluğunda etki görülmezken diğer bitki yetiştirme ortamlarına bakteri ilavesi yapıldığında kontrole kıyasla yaprak uzunluğunda % 10,40 -15,83; yaprak çapında % 3,27-15,38; kök çapında % 5,64-13,67 ve yeşil aksam kuru ağırlığında % 2,87-27,8 arasında artış olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada kullanılan *B. subtilis* standart suşunun farklı yetiştirme ortamlarında buğday bitkisinin gelişimi üzerinde olumlu bir etkinlik gösterdiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Vermikompost, hayvan gübresi, leonardit, PGPR



ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT ORGANIC FERTILIZERS ENRICHED WITH PGPR BACTERIA ON GROWTH AND PRODUCTION OF WHEAT PLANT IN GREENHOUSE CONDITIONS

Ugur YILDIZ

Master Thesis

Department of Bioengineering

Thesis Advisor: Assoc. Ugur TUTAR

2024

PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) are bacteria that live symbiotically with plants. PGPRs are bacteria naturally found in soil, colonizing plant roots, stimulating root development, and showing biocontrol activity against diseases and pests.

Vermicompost, leonardite and animal manure used in our study are organic fertilizers and are used as soil regulators in agriculture. *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), a PGPR bacterium, was added to the organic fertilizers used in this study and its effects on stem and root development on wheat plants were investigated. In our study, no effect was observed on plant leaf length in the soil sample to which *B. subtilis* was added. When bacteria were added to other plant growing media, leaf length increased by % 10,40 -15,83 compared to the control; % 3,27-15,38 in leaf diameter; It was determined that there was an increase of % 5,64-13,67 in root diameter and % 2,87-27,8 in green part dry weight.

It was determined that the *B. subtilis* standard strain used in this study showed a positive effect on the development of wheat plants in different growing environments.

Key Words: Vermicompost, cow dung, leonardite, PGPR



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR.....	v
ETİK.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	ix
TABLolar DİZİNİ	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
GİRİŞ.....	1
1-DÜNYADA TARIM VE ÖNEMİ	4
2- TÜRKİYE’DE TARIM	7
2.1- Türkiye’ de Kullanılan Gübre ve İlaçlar	8
2.2-Türkiye’de Tarım Arazilerinin Sınıf Özellikleri	9
2.3- Türkiye’de Bitkisel Üretim	9
3-TARIMDA KULLANILAN GÜBRELER.....	13
3.1 Kimyasal Gübreler	13
3.1.1 Azotlu Gübreler.....	14
3.1.2 Forforlu Gübreler	14
3.1.3 Kompoze Gübreler	15
3.2 Organomineral Gübreler	15
3.2.1 Azotlu Organomineral Gübreler	15
3.2.2 NP’li Organomineral Gübreler.....	16
3.2.3 NK’lı Organomineral Gübreler	16
3.2.4 NPK’lı Organomineral Gübreler.....	16
3.3 Organik Gübreler	16
3.3.1 Katı Organik Gübre.....	17
3.3.2 Sıvı Organik Gübre	22
3.3.3 Toprak Düzenleyici Gübreler.....	24

3.3.4 Biyogübreler.....	25
4-TARIMDA KULLANILAN MİKROORGANİZMALARIN BİYOLOJİK YAPILARI.....	32
4.1 Ökaryotlar	32
4.2 Prokaryotlar	33
4.2.1 Bakteriler.....	34
5. METARYAL - METOD	36
5.1 PGPR Bakteri Süspansiyonu Hazırlama.....	38
5.2 Bitki Kuru Ağırlık Tayini	43
5.3 Mikroelement İçeriği Tayini.....	45
6. BULGULAR	46
7. SONUÇ-TARTIŞMA	49
KAYNAKÇA	52
ÖZ GEÇMİŞ.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Türkiyede Tarım Arazisi Sınıfları (Akova Balcı, 2016)	9
Tablo 2. Türkiye’de Bitkisel Üretim Tablosu.....	10
Tablo 3. Kontroller tablosu.....	42
Tablo 4. Hasat edilen buğday bitkisinden elde edilen veriler.....	46
Tablo 5. Elde edilen buğday bitkisinin mikro element içeriği.....	46



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Tarımda sensör kullanımı (Anonim 3.).....	5
Şekil 2. Büyük baş hayvan gübresi	17
Şekil 3. Konya çevresinde yarasa guanosu çıkarılan bir mağara (Arslan ve diğ., 2020).....	19
Şekil 4. Pudra ve toz yarasa gübresi (Aydın Can ve diğ., 2019).....	19
Şekil 5. Solucan gübresi.....	19
Şekil 6.Solucan gübresi sürekli akış sistemi ve kasalar	22
Şekil 7. Katmanlar üzerinde leonardit oluşmuş alanlar (Anonim 5).....	24
Şekil 8. Tipik Prokaryot Hücresi (Anonim 8).....	34
Şekil 9. Bacillus subtilis bakterisi (Anonim 4)	35
Şekil 10. Kurulan deneme saksıları görüntüleri	37
Şekil 11. Otoklav.....	38
Şekil 12. Denemeye ait besiyeri ve bakteri görüntüleri	39
Şekil 13. Bakteri aşılama sonrası görüntüsü	39
Şekil 14. McFarland Densitometer	40
Şekil 15. PGPR bakterisinin saksılara aşılınması.....	40
Şekil 16. Kaba filtre kağıdı üzerine serim işlemi.....	43
Şekil 17. Etüvde 48 saat bekleyen ürünler	44
Şekil 18. Öğütülmüş örnekler	44
Şekil 19. Hasat edilen buğday bitkisinin kök ve yaprak bölgeleri	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. Denemede Kullanılan Toprağın Özellikleri.....	36
Çizelge 2. Solucan gübresi içeriği.....	37
Çizelge 3. Leonardit gübresi içeriği.....	37
Çizelge 4. Fermente edilmiş çiftlik gübresi	38



GİRİŞ

Bitkilerin topraktan ve tohumlardan üretilip çeşitli aşamalarda değerlendirilmesine tarım denir. Tarım, belirli bir biyolojik ve sosyo-ekonomik ortamda gerçekleştirilen ve amacı genellikle insan beslenmesi için gerekli olan hayvansal ve bitkisel kökenli ürünleri elde etmek olan bir faaliyettir. Tarım sektörü dünya ülkeleri için stratejik öneme sahiptir. Önümüzdeki yıllarda gelişmekte olan ülkelerdeki küresel nüfus artışının çok hızlı olacağı, dünya genelinde beslenme alışkanlıklarının değiştiği, yeni teknolojilerin pazara çıktığı, gelişmiş ülkelerin giderek organik gıdaya yöneldiği öngörülebilir. Bu hipoteze dayanarak gelişmekte olan ülkelerde genetiği değiştirilmiş gıdalara karşı bir savaşın başlayacağı sonucuna varılabilir (Uzundumlu, 2012).

Artan nüfusun beslenme ihtiyaçları, birim arazi başına daha fazla tarım ürünü satın alma ihtiyacını doğurmuş ve zamanla teknolojiler ve yöntemler (kimyasal gübre ve pestisitler, hibrit teknoloji) geliştirilmiştir. Geçmişte verimliliği artırmak için bilinçsizce ve büyük miktarlarda sentetik kimyevi gübre ve tarım ilaçları kullanılmıştır ve her geçen gün yenileri eklenmektedir. Tarımın bilinçsiz ve bilgisizce yönetilmesi özellikle modern üretim yöntemlerinin çevreyi kirletmesine yol açmıştır. Ayrıca zamanla Hibridizasyon ve hibridizasyon teknikleri gibi bazı genetik yöntemler kullanılmaya başlanmıştır. Bu durum ekolojik dengeyi bozmakta, besinlerin doğal tadı değişimine yol açmaktadır. Bununla beraber kullanılan sentetik kimyasallar canlı organizmalarda genetik hasarlara ve hastalıklara neden olabilmektedir. Tarım dışı kaynaklardan salınan kirleticiler suyu, toprağı ve havayı kirleterek halk sağlığına ve tarım ürünlerine zarar vermektedir (Karakoç, 2004).

Günümüzde üreticiler ve tüketicilerin önemli bir kısmı doğaya zarar vermeyen ve genellikle insanlar üzerinde toksik etkisi olmayan yöntemlerle üretilen tarım ürünlerini üretmekte ve tüketmektedir. Bu amaçla bilinçli bir üretim yöntemine ve yeni bir sisteme göre geleneksel tarım doğmuştur. Gelişmiş tarım ve tarım teknolojileri de böyle ortaya çıkmıştır. Bu yeni üretim yöntemine ekolojik veya

organik tarım adı verilmektedir. Türkiye coğrafi konumu, iklim koşulları ve toprak özellikleri nedeniyle dünyanın tarım potansiyeli ve verimliliği en yüksek ülkelerinden birisidir. Aslında Türkiye'de bazı tropikal ürünler dışında hemen hemen her türlü tarım ürünü yetiştirilebilmekte olup, çekirdeksiz kuru üzüm, kuru incir, tütün, pamuk, antep fıstığı ve fındık gibi pek çok ürünün yetiştirildiği bilinmektedir (Er vd., 2012).

Toplumun refahının sağlanması ve refahın artırılması amacıyla ekonomik büyüme ve kalkınmanın sağlanması, tüm ulusların çabaladığı bir olgudur. Çeşitli yaklaşımların etkisiyle ekonomide belirleyici rol oynamaya başlayan teknolojik gelişmeler büyüme ve kalkınma süreçlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Tarım ve hayvancılık sektörleri de ekonomide stratejik bir yere sahiptir. Bazı değişiklikler tarım ve hayvancılık sektörlerine olan ilgiyi ve önemi artırmaktadır. Örnek olarak küresel ısınma, iklim değişikliği vb. örnekler verilebilir. Özellikle dünyayı etkisi altına alan Covid-19 salgınıyla birlikte tarım ve hayvancılığın önemi daha da netleşmiştir (Yaman vd., 2021).

Dünya çapında yaklaşık 200 milyon ton buğday ihraç edilmektedir. Bu ihracatın yaklaşık 60 milyon tonu Rusya ve Ukrayna'dan gelmektedir. Rusya ve Ukrayna, 1,25 milyon tonla ayçiçeği ihracatının %32'sini, 38 milyon tonla mısır ihracatının %19'unu ve 10,5 milyon tonla arpa ihracatının %31'ini gerçekleştiriyor. Türkiye için Rusya ve Ukrayna tarımsal ticarete çok önemli ülkelerdir. Burada yaşanan krizler, gerginlikler ve savaşlar ülkemizi hem ithalat hem de ihracat açısından olumsuz etkilemektedir (Anonim 1).

Bu süreçte, Türkiye Cumhuriyeti arabuluculuk yaparak Rusya'nın Ukrayna'ya uyguladığı tahıl ticaret ambargosunu kaldırarak dünyada ciddi bir gıda sorununun önüne geçmiştir (Anonim 2).

Tarım sektörü, ülkelerin ve toplumların gelişmişlik düzeyinden sosyal hayata kadar geniş bir alana dokunmakta olup, gıda talebinin yanı sıra birçok bölgenin girdi ihtiyacını da karşılayabilecek güce sahiptir (Kılavuz ve Erdem, 2019).

Tarımın ÷lke ekonomisine katkısı; nüfusun payı, işgücü payı, gıda toplumunun payı, tarımın sanayideki payı ve tarımın dış ticaretteki payı gibi çeşitli şekillerde olmaktadır.

Bu çalışmada çeşitli organik gübrelerin buğday (*Triticum aestivum*) tohum çimlenmesi ve bitki gelişimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. PGPR bakterilerini bu çeşitli organik gübrelerin içerisine ilave ederek, PGPR ilave edilmeyen kontroller ile arasındaki bitki gelişimi ve kök gelişimindeki değişiklikler gözlemlenmiştir.



1-DÜNYADA TARIM VE ÖNEMİ

Tarımın gelişmesiyle birlikte insanlık tarihinde önemli olaylar ve değişimler başlamıştır. Birçok disiplinden araştırmacılar “dini çalışmalar, tarihsel dil bilimi, arkeoloji, antropoloji, tarih ve biyoloji vb.” tarımın farklı bölgelerdeki (Japonya, Güney Asya, Güneydoğu Asya, Orta Doğu, Sahra Altı-Afrika, Çin, Amerika ve Avrupa kültürel formlar ve sosyal yapılarla birlikte gelişmesini araştırmaktadır (Barker vd., 2015).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, 2050 yılına kadar daha fazla gıdaya ihtiyaç duyacağımızı tahmin etmektedir. İnsanlara yönelik tarım çevresel, ekonomik ve politik açıdan sürdürülebilir bir şekilde daha yüksek kalite ve miktarda gıda, lif, yem ve yakıt ihtiyacını karşılamaya devam etmektedir. Gübre kullanımı, bilinçsiz tarım ve toprak yapısının bozulması nedeniyle tarımın uygulanması gelecekte daha da zorlaşacak olup, hassas tarımın geliştirilmesi ve doğru uygulanması bu uygulamaların hayata geçirilmesine katkı sağlayacaktır (Zhang, 2016).

Sanayi devriminin evreleri gibi “Dijital Tarım ya da Tarım 4.0” da yıllar içerisinde sürekli bir gelişim süreci yaşamıştır (Kılavuz ve Erdem, 2019). Bu süreçler;

- Tarım 1.0: Hayvan gücü ve mekanizasyonun birlikte kullanımı,
- Tarım 2.0; Tarımda motor ve traktör kullanılmaya başlanması,
- Tarım 3.0; Kontrol sistemlerine ve hassas tarım uygulamalarına geçiş
- Tarım 4.0; Bağlantılı tarım uygulamaları, dijital tarım.

Dijital tarım veya Tarım 4.0, hassas bir tarımsal üretim sistemine dayalı tarım teknolojilerinin geliştirilmesidir. Ana hedefi tarımda sürdürülebilir üretimi otomatikleştirmektir. Kısacası dijital tarım, hassas tarım teknolojilerinden yararlanılmakta ve akıllı ağlar aracılığıyla otomasyon yoluyla bilgi yönetimi sağlanmaktadır. Hassas tarım, küresel konumlandırma sistemi (GPS) kullanarak

tarımı çalıştırmanıza, izlemenize ve kontrol etmenize olanak tanımaktadır. (CEMA, (2017).



Şekil 1. Tarımda sensör kullanımı (Anonim 3.)

Tarımsal üretimin her aşamasında kullanılan araçlar, üretim döngüsü boyunca makineleri birbirine bağlayan sensörlerle donatılmıştır. Bu sistem sayesinde tüm makineler birbirleriyle iletişim kurmaktadır. Tarımsal ekipman ve sensörlerle donatılmış tarlalar, çiftçilere hangi gübrenin hangi tarlada kullanılacağı, hava koşulları, mineral miktarı ve bitkinin sulanması, toprak koşulları ve beklenen sonuçlar hakkında detaylı bilgi vererek verimliliği maksimuma çıkarmayı hedeflemektedir. Bu sayede çiftçiler, akıllı teknolojik cihazlarla tüm plantasyonu kontrol etme ve izleme olanağına sahip olmaktadır. İşçilik ve üretim maliyetlerini minimuma indirerek, yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmeyi sağlamaktadır (Kahraman, 2017).

Reform ve dışa açılmadan bu yana Çin tarımı bu alanda önemli ilerleme kaydetmiştir. Bu bağlamda Çin, dünya topraklarının %10'undan azını kapsamakta ve dünyadaki nüfusun %20'sinden fazlasını besleyerek temel tarım

ürünlerinin istikrarlı tedarikini ve ulusal gıda güvenliğini sağlamaktadır (Huang vd., 2017).

Tahıl üretimi küresel tarımsal üretimin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. FAO(Gıda ve Tarım Örgütü)'ya göre küresel tahıl üretiminin 2050 yılına kadar 3 milyar ton hedefine ulaşması beklenmektedir (Alexandratos vd., 2012).

Tarım her geçen gün geliştikçe üretim araçlarının yapısı da değişmekte, çevrenin ve sınırlı kaynakların baskısına karşı mücadele etmek zorunda kalmaktadır. Öte yandan sanayileşmenin olağanüstü hızlanması ve kentleşmenin artmasıyla birlikte tarım arazileri ve işgücünü de içeren geleneksel tarımsal girdilerin arzı önemli ölçüde değişmiştir (Kong vd., 2018).

Bir yandan artan dünya nüfusuna, diğer yandan artan kentleşmeye bağlı olarak gıda ihtiyacı da artmaktadır. Ormanların tahribi, toprak erozyonu, aşırı otlatma, yanlış kullanım, uygun olmayan ekim rotasyonu ve dengesiz gübre kullanımı nedeniyle tarım alanları giderek yok olmakta ve daralmaktadır. Ayrıca iklim değişikliği tarımsal üretimin her geçen gün azalmasına ve verimliliğin düşmesine neden olmaktadır. Dünyanın ekili alanlarının yapısının zamanla bozulması, yer altı kaynaklarının azalması ve iklim değişikliği tarıma ağırlık verilmesine yol açmıştır. Su ve gıda ihtiyacı nedeniyle gelecekte savaş çıkma ihtimali gibi senaryolar bu konunun ne kadar önemli olduğunu göstermektedir (Rehber vd., 2019).

2- TÜRKİYE'DE TARIM

Gelişmekte olan bir ülke olan Türkiye'de, tarım sektörünün ekonomideki payında yıllar geçtikçe düşüş yaşanmaktadır. Bu düşüşe rağmen sosyo-ekonomik etkisi ve küresel ihracata katkısı hâlâ önemini korumaktadır. Türkiye dünyanın yedinci büyük tarım üreticisidir. Dünyanın en büyük fındık, kestane, kayısı, kiraz, incir, zeytin, ayva, tütün ve çay üreticisi ve ihracatçısıdır (Aksoylu vd., 2022).

Türkiye'de Cumhuriyetin kuruluş yıllarında istihdamın %89,9' u tarım sektöründeysen, en büyük sektör olan tarımın milli gelir içindeki payı ise yüzde 39,8'dir. Ancak ekonominin gelişmesiyle birlikte tarım sektörünün ülke milli geliri ve istihdam içindeki payı giderek azalmıştır. 1950'den önce, tarımın gayri safi milli hasıla (GSMH) içindeki payı %42'ye, istihdamın payı ise %84,3'e düşmüştür. 1980, 1990 ve 2000 yıllarında Gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) içinde tarım sektörü sırasıyla %26,10 , %17,4 ve %10,10'a gerilemiştir. Ayrıca tarım sektörünün istihdam içindeki payı da %50,6, %46,88 ve %36'ya düşmüştür. 2019 yılında tarım sektörünün Türkiye GSYH içindeki payı yüzde 6,4'e, istihdamdaki payı ise yüzde 18,2'ye gerilemiştir (Aksoylu vd., 2022).

Medeniyet tarihimizde gübrenin ve tarımın geçmişi uzun yıllara dayanmaktadır. Tarımda yeni bir dönemin başlangıcı olan kimyasal gübrelerin tarihi 200 yıldan daha az bir geçmişe dayanmaktadır. Araştırmalar hayvansal gübrelerin eski çağlardan beri kullanıldığını göstermiştir. Tarımda öncü bir ülke olan Çin'de binlerce yıl önce tarımsal üretimi artırmak için hayvansal gübre kullanıldığını gösteren belgeler ortaya çıkarılmıştır (Şahin, 2016).

Cumhuriyetin kuruluşundan günümüze kadar tarım, geleneksel üretimden teknolojik üretime geçerek ekonominin önemli bir sektörü olarak gelişimini sürdürmüştür. Şu anda Türkiye, birçok sınırlamayla da olsa, kendi kendine yetebilen bir ulusal yapıya ve potansiyele ulaşmış durumdadır. Teknolojinin gelişmesi ile bitkisel üretim çeşitlenirken verim de artmıştır (Dernek, 2006).

2.1- Türkiye' de Kullanılan Gübre ve İlaçlar

Türkiye'de 1960'lı yıllardan önce çok az tarım ilacı kullanıldığı, tarım savaşlarının ilkel sayılan ve genel olarak çevrenin korunmasına uygun yöntemlerle yürütüldüğü belirtilmektedir. Ancak planlı tahmin dönemlerinde pestisit kullanımı önemli ölçüde artmıştır (Eraktan, 1988).

Bu dönemde ilaçların kalitesi ve fiyatları, dolayısıyla kullanım düzeyleri, son yıllarda ilaç ve eczacılık ürünlerinin ithalatında yaşanan sorunların yanı sıra hammaddeye bağımlılıktan kaynaklanan sorunlardan da doğrudan etkilenmiştir. Ülkemizde pestisit seçimi ve kullanımı konusunda üreticilerin bilgilerinin yetersiz olduğu, pestisit tüketiminin ve çiftlik düzeyinde oluşan zararın bölgeye ve ürüne bağlı olarak doğru şekilde raporlanmadığı görülmektedir. İlaçların çevrede aşırı ve uygunsuz şekilde kullanılması durumunda insan ve hayvan sağlığı düzenli ve sürekli olarak takip edilememektedir (Tanrıvermiş, 2000).

Ülkemizde kullanılan gübreler; organik gübreler (hayvan gübresi, yeşil gübre, kompost gübreler vb.), kimyasal gübreler (tek bileşenli gübreler, çok bileşenli gübreler, mikro besinli gübreler vb.), mikrobiyal gübreler ve organomineral gübreler olarak sınıflandırılabilir. Bu gübreler çeşitli şekillerde kullanılmaktadır (Şahin, 2016).

Ülkemizde gübreleme düşünüldüğünde en çok göz önünde olan ve yaygın yöntem elle yayılımdır. Elle yayılım yaygın olmasına rağmen, özellikle gelişmiş ülkelerde mekanik yayılım giderek yaygınlaşmaktadır. Bu sayede çok kısa sürede ve çok daha geniş bir alanda eşit ve dengeli gübreleme sağlanır. Çoğaltma yöntemine ek olarak şerit gübreleme (şeritler halinde), apikal ve yan gübreleme, gübreleme için yapraktan ilaçlama ve mikro elementler (yapraktan besleme) kullanılır. Araştırmalar, başta mekanik gübreler olmak üzere yeni gübreleme yöntemlerinin gübre tüketiminde ciddi tasarruf sağladığını ortaya

koymaktadır. Örneğin gübrelemenin mahsul veriminde %30 ve gübre maliyetlerinde %30 tasarruf sağlayabileceği bulunmuştur (Soylu vd., 2010).

TÜİK'in Ekim 2022'de yaptığı araştırma ve veriler sonucunda bir önceki aya göre %2,97, geçen yılın aynı ayına göre ise %2,52 değişim hesaplanmıştır. Türkiye'de yapılan tarımsal ilaç araştırmaları sonucunda aylık değişim oranı %3,1, yıllık değişim oranı ise 7,56 olarak tahmin edilmiştir (Tuik, 2022).

2.2-Türkiye’de Tarım Arazilerinin Sınıf Özellikleri

Arazi Sınıfı	Tarım Açısından Niteliği	Eğimi(%)	Alanı(Ha.)	Oranı(%)
1.SINIF	En iyi	≤2	5.012.537	6.5
2.SINIF	İYİ-ORTA	3-6	6.758.702	8.8
3.SINIF	ORTA	7-12	7.574.330	9.7
4.SINIF	YETERSİZ	13-20	7.201.016	9.5
TOPLAM			26.546.585	34.6

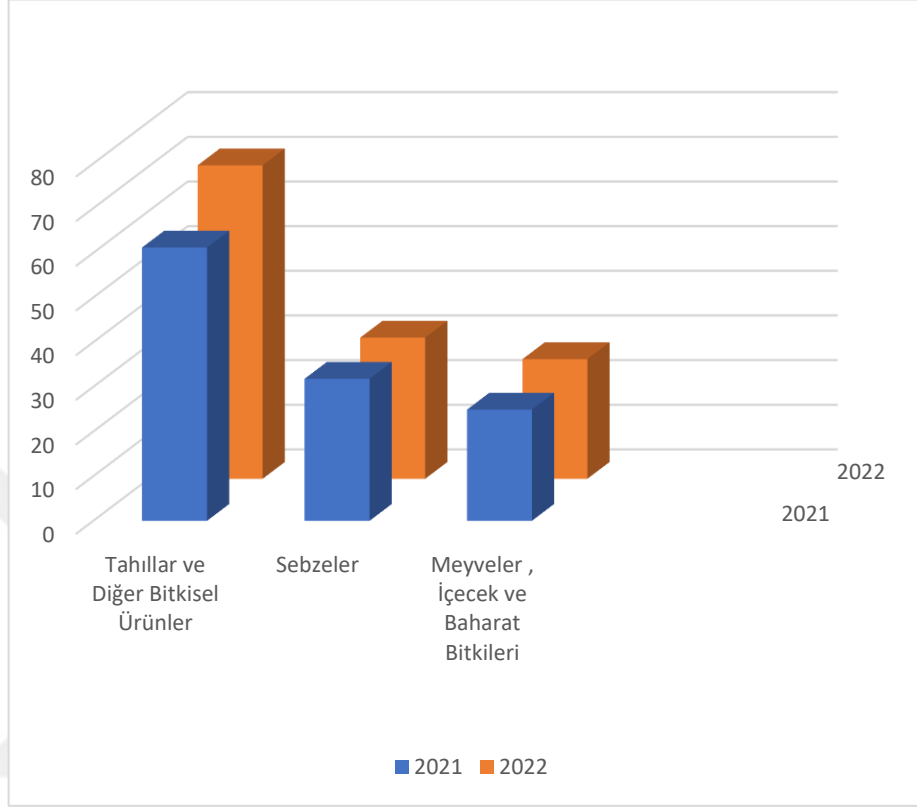
Tablo 1. Türkiyede Tarım Arazisi Sınıfları (Akova Balcı, 2016)

Türkiye'de gübre kullanımını açıklamadan ve tarımsal üretimde gübre kullanımını tanıtmadan önce tarım arazilerinin varlığını ve kullanımını kısaca açıklamak gerekir. Alanlar kapasitelerine göre 8 kategoriye ayrılmaktadır, ilk 4 kategori tarımsal kullanıma uygun alanlardır. Türkiye'de araştırma alanı 4'ün birinci kategorisine giren ülkelerin durumuna bakıldığında toplam maden kaynaklarından aldıkları pay yüzde 34,6'dır (Çizelge 1).

2.3- Türkiye’de Bitkisel Üretim

Bir önceki yıla göre 2022 yılında tahıl ve diğer bitkisel ürünler (yem bitkileri hariç) %14,6 meyve, içecek ve şifalı bitkiler ise %7,7 oranında artış göstermiştir; Sebzeler %0,5 oranında düşmüştür. 2022 yılında yaklaşık 70,2 milyon ton tahıl

ve diğer bitkisel ürünler, 31,6 milyon ton sebze, 26,8 milyon ton meyve, içecek ve şifalı bitki üretilmiştir. (Tuik, 2022)



Tablo 2. Türkiye’de Bitkisel Üretim Tablosu

Tarım arazilerindeki azalmaya rağmen tarımın temel amacı nüfusu artırırken verimliliği artırmaktır. Bu nedenle ülkemizde mineral gübrelerin kullanımı son yıllarda önemli ölçüde artmıştır. Ancak toprağın tuzlanması, ağır metallerin birikmesi, mikrobiyal verim kaybı, sera etkisi, yer altı sularının ötrofikasyonu ve toprak besin maddesi dengesizliği gibi pek çok zararlı durum aşırı ve dengesiz kimyasal gübrelemeden kaynaklanmakta ve bu da toprak üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır (Dai vd., 2018).

Resmi kurumlar tarafından, üreticiler ve tüketiciler tarafından düzenlenen yeni ekolojik tarım politikasını desteklemek ve olumsuz koşullar konusunda farkındalık yaratmak amacıyla, insan sağlığına zarar vermeyen yöntemlerle elde edilen tarım ürünleri tercih edilmiştir (Schmidt vd., 2011).

Bu bağlamda en sık kullanılan yöntemler zararlı etkileri olan mineral gübreler yerine organik solucan gübresi kullanımınıdır (Karlıdağ vd., 2021).

Çilek üzerinde yapılan araştırmalarda, bitki biyokütlesinin, tavuk gübresi ve solucan gübresi ile gübreleme sonrasında, kontrol ve kimyasal gübrelemeye kıyasla arttığı bulunmuştur. Ayrıca yeşil gübre ve organik gübrelerin bitki büyümesine etkisi kanıtlanmıştır (Ateş ve diğ., 2019). Öte yandan organik gıdaların turunçgil türlerinin dallı bitki oluşumunu teşvik ettiği de bildirilmiştir (Özbek vd., 2017).

Başka bir çalışmada, meyvenin kalitesi ve bazı biyokimyasal özellikleri dikkate alınarak, çeşitli gübrelerin "Heritage" ahududu çeşidinin fizikokimyasal özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Pozitif fizikokimyasal özelliklerinden dolayı kimyasal gübrelemenin ortaya çıktığı görülmüştür. Kimyasal gübreleme ve organik asitlerin etkin konsantrasyonlarında vermikompost kullanımı ve organik gübre kullanımının meyve ağırlığını ve antioksidan aktiviteyi arttırdığı bulunmuştur. Bu bulguların sonuçları değerlendirilirken organik gübrelerin uygulama sonrasında belirli bir süre işlevini yerine getirmesi gerektiği ve etkisinin uzun süre devam ettiği dikkate alınmalıdır (Çelik vd., 2022).

Başka bir çalışmada ise bir denemede domatesin verimi incelenmiş; Uygulamada meyveler genişlik, çap ve ağırlık açısından değerlendirilmiştir. Bitkinin taze ve kurutulmuş yeşil kısımlarının ağırlığı karşılaştırılmıştır. Gübre kullanımında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmamasına rağmen en yüksek domates verimi sıvı organik mikorizal gübre (7,17 kg/paket) ve solucan gübresi (4,80 kg/paket) ile elde edilmiştir. Meyve uzunluğu ve genişliği için de benzer sonuçlar rapor edilmiştir (Ulus vd., 2017).

Bir diğer çalışmada ise mikrobiyolojik gübrelerin ülkemizde en çok üretilen kış sebzeleri arasında yer alan marul ve lahana bitkilerinin çimlenmesi ve büyümesi üzerine etkisi incelenmiştir. Dikim materyali olarak yeşil dalga marul ve Bayraklı 85 beyaz lahana türleri kullanılmıştır. Çalışmada EM.5 adı verilen

ticari bir mikrobiyolojik gübrenin 5 farklı dozu (0, 5, 10, 15 ve 20 ml/L) kullanılmıştır. Çalışma sonrasında mikrobiyolojik gübrenin dozajları arasında test edilen özelliklere bağlı olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Test sonuçlarına göre: marulda mikrobiyal gübrenin çimlenme, fide boyu, fide kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve kuru ağırlık oranı; Beyaz lahanada fide boyu, taze ağırlık ve kuru ağırlık oranında kontrole göre önemli bir artış gözlemlenmiştir. Genel olarak mikrobiyolojik gübrelerin tohum çimlenmesi ve fide büyüme parametreleri üzerine olumlu etkisi ortaya konulmuştur. Döllenmenin mikrobiyolojik göstergeleri değerlendirildiğinde marul ve lahanada çimlenme ve fide gelişimi açısından 15 ml/L kullanımının en etkili oran olduğu tespit edilmiştir. 15 ml/L uygulaması kontrol uygulamasına göre marulda %35,71, beyaz lahanada ise %38,18 oranında tohum boyu artışı sağlamıştır. Marul ve lahanada bitkilerinin çimlenmesini ve gelişimini arttırmak amacıyla mikrobiyal gübrelerin alternatif bir uygulama olarak başarıyla kullanılabilereği tespit edilmiştir (Kibar, 2020).

3-TARIMDA KULLANILAN GÜBRELER

Entansif tarım uygulamaları denildiğinde akla ilk gelenlerden biri gübrelemedir. Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de gübre, tarımsal girdiler arasında makineleşmeden sonra ikinci sırada yer almaktadır. Türk tarımında kullanımı 1950'li yıllarda başlayan kimyevi gübre, 1970'li yıllarda yaygınlaşmış, başlangıçta tüketim 1 milyon tona bile ulaşmasa da son yıllarda 5 milyon tonun altına düşmemiştir. Ancak Türkiye'de kimyasal gübrenin üretimi ve tüketimi birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle Türkiye'de gübreleme ile sağlanması istenen üretim ve verimlilik artışı beklenen düzeye ulaşamamıştır. Yanlış gübrelemeden kaynaklanan sorunlar nedeniyle bu uygulamanın faydası yerine zararı aslında çok daha ciddi boyutlara ulaşmıştır (Şahin, 2016).

Gübreler; Kimyasal Gübreler, Organomineral gübreler, Organik gübreler ve Biyogübreler olarak sınıflandırılabilirler.

3.1 Kimyasal Gübreler

Gübreler, bitkileri daha iyi beslemek ve toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri açısından verimliliğini artırmak amacıyla toprağa eklenen doğal veya yapay maddelerdir. Katı, sıvı ve gaz halinde bulunurlar ve esas olarak fosfat, nitrat, amonyum ve potasyum tuzlarını içerirler. Yapay gübreler, farklı kimyasal yapılarının yanı sıra yüksek üretim maliyetlerine de sahip olmakta ve üreticilerin satın alma gücünü zorlamaktadır (Kaya, 2010). Aşırı kimyasal gübre kullanımı yüzey ve yeraltı sularının kalitesinin yanı sıra tarım topraklarının fiziksel ve kimyasal yapısını da bozmaktadır (Kashem vd., 2002).

Farklı hidrolojik özelliklere sahip bölgelerde gübrelerin topraklar üzerindeki etkileri üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Kimyasal gübrelerin topraktaki metal hareketliliği ve biyoyararlı metallerin bitkiler tarafından alınımının önlenmesi açısından kompostlara göre daha riskli olduğu gösterilmiştir (Karpouzaz vd., 2005; Nakano vd., 2004).

Tarımsal üretimde verimliliği artırmak amacıyla gübre kullanımının tarihi oldukça eski olmasına rağmen, tarımda devrim yaratan kimyasal gübrelerin tarihi 200 yıllık bile değildir. Kimyasal gübreler grubunda azotlu gübre, fosforlu gübre ve potasyumlu gübre olmak üzere başlıca üç çeşit gübre bulunmaktadır. Bunlar arasında azotlu gübreler (N) hem dünyada hem de Türkiye'de en çok tüketilen grubu temsil etmektedir ve tarımsal üretimde özel bir yere sahiptir (Polat, 2020).

3.1.1 Azotlu Gübreler

Azot, bitkiler için kesinlikle gerekli olan elementlerden biri olan ve ticari açıdan en önemli element gibi görünmektedir. Azot, bitkilerin en çok ihtiyaç duyduğu temel besin elementidir ve toprağın mineral kısmında hemen hemen yoktur. Toprağın birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliğinin oluşumunda önemli rol oynayan organik madde aynı zamanda topraktaki azotun da birincil kaynağı olarak kabul edilse de işlenen topraklar genellikle organik maddeden yoksundur (Polat, 2020).

Azot toprakta yıldan yıla yenilenmesi gereken bir bitki besin maddesi olduğundan, kullanılan yapay gübrelerin en büyük oranını azotlu gübreler oluşturmaktadır (Polat, 2020). 2013 yılında dünya çapında tüketilen tüm NPK'ların içerisinde Azotlu gübreler %47,90'lık payla önemli bir yer tutmaktadır (FAO, 2016).

3.1.2 Fosforlu Gübreler

Fosforlu gübreler, 1985 ile 2008 yılları arasında Türkiye'deki fiili ortalama bitki besin maddesinin tüketiminin %2'sini oluşturmaktadır. Ülkemizde toprak ağırlıklı olarak kireçli olduğundan, kullanılan gübrenin içerdiği fosforun toprakta bağlanmasından dolayı bu bitkinin kullanımı sınırlıdır. Fosforlu gübreler suda çözünürlüğü esas alınmalı ve suda çözünür fosfor içeriği yüksek olan gübreler tercih edilmelidir (Eraslan vd., 2010).

3.1.3 Kompoze Gübreler

Ülkemiz toprakları genel olarak azot ve fosfor bakımından düşük olmasına rağmen önemli bir potasyum sorunu yaşamadığından, genellikle çok bileşenli gübre olarak azot ve fosfor içeren gübrelerin, gerekirse potasyum içeren gübrelerin de kullanılması önerilir. Analizle potasyum eksikliği tespit edilen alanlarda üçünü de içeren çok bileşenli gübreler kullanılmalıdır. Çok bileşenli gübrelerin bir diğer önemli özelliği de bu gübrelerin içerdiği fosforun suda çözünürlüğünün yüksek olmasıdır. Suda çözünebilen fosforu büyük oranda içeren çok bileşenli gübreler tercih edilmelidir. Kompleks gübrelerde potasyum klorür yerine potasyum sülfat kullanılmalıdır. Diamonyum fosfat artık çok bileşenli bir gübre olarak da değerlendirilmektedir. Bu gübre bitkinin fosfor ihtiyacını karşılıyorsa, eksik olan azotun azotlu gübre ile desteklenmesi gerekebilir. Araştırmalar DAP'ın ülke genelinde başarıyla kullanılabileceğini göstermiştir. DAP tüm mahsullere uygulanabilmesine rağmen P_2O_5/N oranının yaklaşık 3 olması nedeniyle Orta Anadolu'nun kurak koşullarındaki tahıl bitkileri için de uygun bir gübredir (Eraslan vd., 2010).

3.2 Organomineral Gübreler

Organomineral gübreler Azotlu Organomineral Gübreler, NP'li Organomineral Gübreler, NK'lı Organomineral gübreler ve NPK'lı Organomineral Gübreler olarak sınıflandırılabilirler (Mevzuat., 2018).

3.2.1 Azotlu Organomineral Gübreler

Azot ihtiva eden kimyevi gübre ile organik gübre, organik kaynaklı gübreler veya toprak düzenleyici olarak kullanılan gübrelerin karışımı veya reaksiyonu sonucu elde edilen ürünlerdir (Mevzuat., 2018).

3.2.2 NP'li Organomineral Gübreler

Azotlu ve fosforlu kimyevi gübrelerin, organik gübre, organik kaynaklı gübreler veya toprak düzenleyici olarak kullanılan gübrelerin karışımı veya reaksiyonu sonucu elde edilen ürünlerdir (Mevzuat., 2018).

3.2.3 NK'lı Organomineral Gübreler

Azotlu ve potasyumlu kimyevi gübrelerin, organik gübre, organik kaynaklı gübreler veya toprak düzenleyici olarak kullanılan gübrelerin karışımı veya reaksiyonu sonucu elde edilen ürünlerdir (Mevzuat., 2018).

3.2.4 NPK'lı Organomineral Gübreler

Azotlu, fosforlu ve potasyumlu kimyevi gübrelerin, organik gübre, organik kaynaklı gübreler veya toprak düzenleyici olarak kullanılan gübrelerin karışımı veya reaksiyonu sonucu elde edilen ürünlerdir (Mevzuat., 2018).

3.3 Organik Gübreler

Organik gübreler; Organik maddenin kaynağına bağlı olarak değişen miktarlarda azot (N), fosfor (P), potasyum (K) ve diğer besin maddelerini içerirler. Bitkilere besin sağlamanın yanı sıra toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirerek bitki büyümesini desteklerler. Bu özelliklerinden dolayı bu grupta yer alan gübreler toprak özelliklerini iyileştiren gübreler olarak da anılmaktadır (Aygün ve Acar, 2004). Organik gübreler katı organik gübreler, sıvı organik gübreler ve toprağı düzenleyici gübreler olarak ayrılabilirler.

3.3.1 Katı Organik Gübre

3.3.1.1 Çiftlik Gübresi (Hayvan gübresi ve Kompost)

Toprağın verimliliğini değerlendirirken en çok aranan özelliklerden biri toprağın organik madde içeriğidir. Organik maddenin toprak verimliliğini etkileyen birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktör üzerinde doğrudan veya dolaylı çeşitli etkileri vardır. Organik madde, çeşitli toprak özellikleri üzerinde birçok olumlu etkiye sahip olduğundan bitkilerin gelişimini dolaylı olarak etkiler, ancak aynı zamanda ayrışma sırasında açığa çıkan birçok mineralin bitkiler tarafından kullanılabilmesi nedeniyle bitkilerin gelişimine de doğrudan etkisi vardır. Genel olarak toprak organik maddesinin ana kaynağı ölü bitki ve hayvan dokularıdır. Ancak bu kaynak yoğun tarımsal üretim vb. amaçlarla kullanılmaktadır. Bu nedenle toprak giderek verimliliğini kaybeder. Ahır gübresi toprağa organik madde kazandırmanın en etkili kaynağıdır. Araştırmalar, gübre uygulanmasıyla toprakta su tutulması ve toprak sıcaklığının artırılmasının toprak yapısını hafiflettiğini, kation değişim kapasitesini arttırdığını, mikroorganizma popülasyonu üzerinde olumlu etki yaptığını ve toprağın besin içeriğini arttırdığını göstermiştir (Erdal vd., 2018).



Şekil 2. Büyük baş hayvan gübresi

Hayvan dışkısının bileşimi sabit değildir ve çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir. Hayvanın türü, cinsi, yaşı, beslenme durumu, saklama koşulları ve kullanım süresi vb. Bu faktörler elde edilen gübrenin bileşiminde

önemli rol oynar. Araştırmada sığır, at, koyun, domuz ve tavuk dışkılarının N, P ve K içerikleri belirlenmiş ve elde edilen değerlerin hayvan türüne göre önemli ölçüde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Follet vd., 1981).

Çeşitli hayvansal gübrelerin toprak verimliliğine ve bitki beslenmesine olumlu etkisi olduğu, bitki verimliliğinde ve kalitesinde önemli bir artış olduğu kanıtlanmıştır (Kocabaş vd., 2007).

3.3.1.3 Yarasa Gübresi

Üreticilerimizin bilinçsizce suni gübre kullanması toprağın organik madde içeriğinin yıllar geçtikçe azalmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla bu olumsuzluğun giderilmesinde organik gübreler önemli rol oynamaktadır. Tarımsal gübre, daha uygun maliyetli olması nedeniyle topraklarımızdaki organik madde ve besin eksikliğini gidermek için sıklıkla kullanılır. Ancak gübre kullanımından kaynaklanan sorunlar diğer organik gübrelerin kullanımının artmasına neden olmaktadır. Son yıllarda sağlıklı gıda üretiminin öneminin artmasıyla birlikte organik üretim de artmış, bu da organik gübre talebini doğurmuştur. Organik gübre olarak sınıflandırılan yarasa gübresi, yarasaların tamamen doğal ve özgür ortamlarda yaşadığı, kendi seçtikleri doğal besinlerle beslendiği mağaralardan elde edilen oldukça zengin bir bitkisel besindir. Yarasa gübresinin bileşiminin bir kısmı; Bitkilerde organik maddenin yanı sıra N, P, K, Ca, Mg, Al, Fe ve S gibi besin maddeleri de bulunmaktadır. Yetiştiricilikte yarasa gübresinin kullanılması bitki büyümesine olumlu etki yapmaktadır (Aydın vd., 2019).



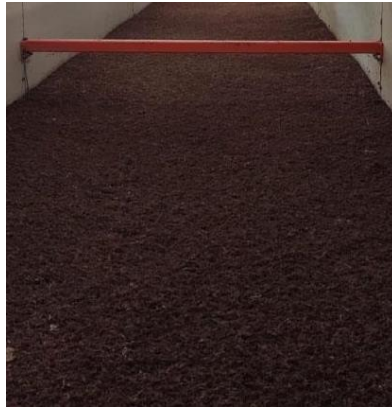
Şekil 3. Konya çevresinde yarasa guanosu çıkarılan bir mağara (Arslan ve diğ., 2020)



Şekil 4. Pudra ve toz yarasa gübresi (Aydın Can vd., 2019)

3.3.1.4 Solucan Gübresi (Vermikompost)

Vermikültür, hayvan beslemek için protein veya vermikompost kaynağı olarak solucanların yetiştirilmesidir. Vermikompost, bazı solucanların sindirimi sırasında çeşitli organik atıkların kompostlaştırılmasıyla elde edilen bir üründür ve tarımda organik gübre ve toprak iyileştirici olarak kullanılır (Tutar, 2012).



Şekil 5. Solucan gübresi

Son yıllarda tarımda organik gübrelerin önemi anlaşılmaya başlanmış ve organik gübre üretimi hızlanmıştır. Çiftçiler organik gübrelere yönelmektedir ancak üretim talebi karşılayamadığı için alternatif üretim yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bir tür organik gübre olan solucan gübresi, tahrip edici tarım kimyasallarının tamamen yerini alması nedeniyle “ikinci yeşil devrim” olarak adlandırılabilir. Katı ve sıvı solucan humusu artık sebze, meyve ve peyzaj bitkilerinin verim ve kalitesini arttırmak amacıyla başarıyla kullanılıyor. Ancak solucan gübresi konusunda yeterli bilgiye sahip olmayan ve hatalı kararlar veren çiftçiler beklenen faydayı elde edememiştir (Özen vd., 2019).

Bazı solucan türlerinin organik maddeleri ayrıştırarak ekonomik açıdan değerli kompost ürettiği 1970'li yıllardan beri bilinmektedir. Bu yıllarda vermikültür ve solucan gübresi üretimi özellikle İngiltere, Japonya, Amerika Birleşik Devletleri, Küba, Fransa ve Almanya'da önemli bir faaliyet haline gelmiştir. Birkaç yıl içinde Amerika Birleşik Devletleri'ndeki vermikültür yetiştirme şirketlerinin sayısı 90.000 civarına çıkmıştır ve yalnızca Kaliforniya yılda 20.000 ton solucan gübresi üretmiştir. Bugün Küba solucan gübresi üretiminde önde gelen ülkelerden biridir. 2003 yılı verilerine göre ülkede yaklaşık bir milyon ton solucan gübresi üretilmektedir (Tutar, 2012).

Türkiye'de hali hazırda yasal olarak onaylanmış yalnızca on beş solucan gübresi üretim tesisi bulunmaktadır. Türkiye'nin ilerleyen yıllarda önemli bir solucan gübresi üreticisi haline gelmesi için bu miktarın artırılması gerekmektedir (Bellitürk, 2018).

3.3.1.4.1 Vermikompost Üretimi

Solucanlar hayvan ve bitki kökenli organik maddelerle beslenir. Kullanım sıklığına göre; Solucanlar sığır, tavuk, at, ördek, hindi, domuz ve tavşanların dışkılarıyla beslenebilir. Buna mahsul atıkları (hasattan sonra tarlada kalan), evsel atıklar, kağıt, talaş, meyve ve sebze kabukları vb. de eklenebilir.(Tutar, 2012). Üretimin ana hammaddesi hayvan gübresidir. Hayvan gübresi 3-5 ay güneşte bırakılarak solucanlar için sindirilebilir hale getirilmektedir. İşleme

hazırlanan gübre seçilen üretim yöntemine göre uygulanır. Kırmızı California solucanları hayvan atıklarına eklenir. Solucanlar dışkıyı işlemeye başladıkça çoğalırlar ve sayılarında artış gözlemlenir. Solucanların düzenli aralıklarla beslenmesi için toplam hacme gübre eklenir. Solucanların hareketleri izlenerek yumurta kabukları, muz kabukları ve posa gibi atıklar hayvan gübresine eklenerek üretim artışı desteklenir (Özen vd., 2019). Solucanlara verilen besinin fiziksel ve kimyasal yapıları da oldukça önemlidir. Çünkü solucanlar verilen mamayı yerken aynı zamanda bu maddelerin içinde aylarca yaşarlar. Bu nedenle solucan yatağına eklenen besinlerin pH, tuzluluk, amonyak ve nem gibi kimyasal ve fiziksel özellikleri solucanların beslenmesini olduğu kadar yaşam alanlarının kalitesini de etkiler. Çeşitli çalışmalar *E. fetida* için ideal yaşam ve beslenme koşullarını ortaya koymuştur; Sıcaklık aralığı 15 ile 24 °C arasında, nem oranı %60, tuz içeriği 0,5 mg/g kg'ın altında ve pH değeri 5 ile 9 arasında oksijence zengin bir yapıda olmalıdır (Tutar, 2012).

3.3.1.4.2 Vermikompost Üretim Yöntemleri

Solucanlar kullanılarak kompost üretimi (solucan gübresi üretimi) açık alanlarda, basit yığınlarda (sıralarda), kutularda (konteynerlerde) veya tam otomasyonlu kapalı sistemlerde (sürekli akış reaktörü) yapılabilir (Edward, 2004).

Solucan kompostunun ana üretim yöntemleri yığınlar, kutular ve sürekli akış sistemleridir (Özen vd., 2019).

3.3.1.4.3 Yığma Yöntemi ile Üretim

Yığma veya serme olarak bilinen bu yöntem, toprak solucanlarının ve hayvan gübresinin toprağa bırakıldığı bir üretim yöntemidir. İlk başta, gübre yere serilir ve her yeni besin yığının kenarına eklenir. Bu, üreticiler arasında en popüler yöntemdir. Küçük bütçeli işletmeler için uygundur. Bu düşük başlangıç maliyetli bir yöntemdir (Özen vd., 2019).

3.3.1.4.4 Sandık Yöntemi ile Üretim

Bu yöntemde üretim kasalarında gerçekleşir. Başlangıçta 15 cm yüksekliğe kadar kasaya gübre ve solucanlar eklenir. Gübre ekleme işlemi düzenli aralıklarla devam eder. Kasa tam kapasiteye ulaştığında ekleme işlemi durdurulur. Kaliforniya kırmızı solucanları bu süre zarfında üremeye devam eder. Solucanlar kasadaki tüm gübreyi işledikten sonra, vermikompost bir eleme ve kurutma aşamasından geçer. Orta ölçekli firmalar için tercih edilebilecek bir yöntemdir (Özen vd., 2019).

3.3.1.4.5 Sürekli Akış Sistemi ile Üretim

Sürekli akış sisteminde solucanlar ve gübre başlangıçta bir konveyör bandı üzerinde desteklenen kasalara eklenir. Gübre kafes tipi üretimde olduğu gibi 15 cm yüksekliğe kadar verilir. Konveyör yatak sisteminin üzerindeki bıçaklı kasaya hayvan gübresi eklenir. Daha sonra solucanlar bırakılır. Solucan tarafından gübresinin işlenmesi bittiğinde solucan gübresi alttan kesilerek alınır. Bu büyük şirketler için uygun bir yöntemdir (Özen vd., 2019).



Şekil 6. Solucan gübresi sürekli akış sistemi ve kasalar

3.3.2 Sıvı Organik Gübre

Bitkisel ve/veya hayvansal kaynaklı materyallerin fiziksel ve/veya kimyasal işleme tabi tutulması sonucu elde edilen çözelti ya da süspansiyon haldeki üründür (Mevzuat., 2018).

Sıvı gübreler, katı gübrelerin yerine kullanılabilen, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini sıvı halde içeren, çeşitli cihazlarla toprağa ilaçlama yapıldıktan sonra veya özel bıçak içeren cihazlarla doğrudan toprağa verilen sıvı maddelerdir. Sıvı gübrelerin kullanımı katı gübrelere göre daha avantajlıdır çünkü bitkiler tarafından çabuk emilir, uygulanması kolaydır ve sıvı fazda oldukları için topraktan ve bitki gövdesinden su kaybını sınırlarlar (Özyardımcı, 2021).

3.3.2.1 Amino Asit İçeren Sıvı Organik Gübre

Amino asit gübreleri, hayvansal veya bitkisel kökenli protein hammaddelerinin hidrolizi veya enzimatik işlemiyle elde edilen gübrelerdir. Amino asitli organik sıvı gübre, bitkide protein üretimini, koenzim ve apoenzim oluşumunu artırarak kök gelişimini ve çiçek oluşumunu hızlandırır. Yaprak yüzeyinin sıvı amino asitli gübre ile gübrenmesi potansiyel olarak önemli bir azot kaynağıdır ve tarımsal üretim için önemlidir (Özyardımcı, 2021).

Pek çok çalışma serbest amino asitler ve peptitlerin yanı sıra çözülmüş organik nitrojenin bitki alımındaki önemini vurgulamış olsa da, bu konuyla ilgili çok az çalışmanın yeni üretim kaynakları ve sıvı gübre kullanımı yoluyla bitki büyümesini teşvik etmeye odaklandığı gözlemlenmiştir (Liu vd., 2018).

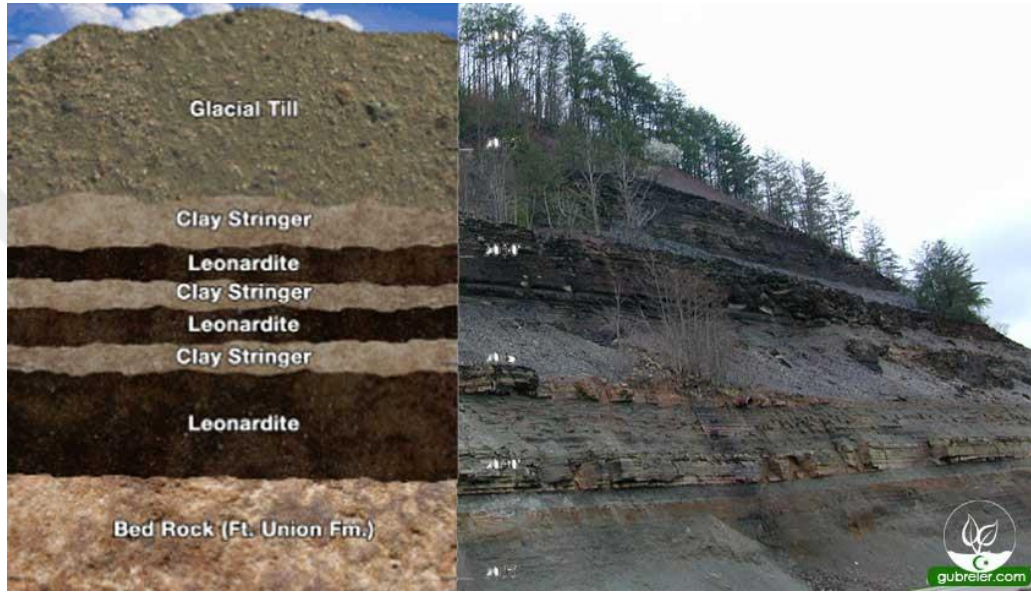
3.3.2.2 Sıvı Solucan(Vermikompost) Gübresi

Sıvı solucan gübresi hazırlanması: Katı solucan gübresi 1/10 oranında distile su içerisine çözüldükten sonra mevcut mikroorganizmaların çoğalmasını sağlamak için 200 ml melas ilave edilir. Hazırlanan mekanizmada karıştırma işlemi sırasında ortama oksijen verilir. Üç hafta süren ve günde toplam 12 saat süren ekstraksiyon işleminin sonunda karışım süzülerek kapaklı plastik şişeye dökülerek sıvı solucan gübresi elde edilmektedir (Durukan vd., 2019).

3.3.3 Toprak Düzenleyici Gübreler

3.3.3.1 Leonardit

Ülkemizdeki toprakların çoğu organik madde bakımından fakir olduğundan bunu arttırmak için çeşitli maddeler kullanılmaktadır. 1990'lı yıllardan itibaren Leonardit bu malzemeler arasında önemli bir yer tutmaktadır (Pekcan vd., 2018).



Şekil 7. Katmanlar üzerinde leonardit oluşmuş alanlar (Anonim 5)

Türkiye'de tarım arazilerinin %94'ü organik madde bakımından fakir (yaklaşık %75,6'sı düşük ve çok az, %18,3'ü orta), %58'i kireç bakımından zengindir. Çünkü; Toprak yapısının bozulmasının yanı sıra suyun yeterince depolanamaması, erozyon, bitki besin maddelerinin (özellikle fosfor, demir, potasyum, çinko gibi elementler) eksikliği nedeniyle bitkisel üretimin verimi ve kalitesi zayıflar. Bu sorunların çözümü için toprağın organik madde konsantrasyonunun artırılarak verim potansiyelinin artırılması gerekmektedir. Mahsullerimizin organik içeriğini arttırmak için mahsul artıkları, gübreler, kompost ve leonardit gibi uygulamaların yoğun bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Tüm tarım bölgelerinin ihtiyacını karşılayacak miktarda organik gübre elde etmek mümkün olmadığından, humik ve fulvik asitler, organik maddenin aktif fraksiyonları ve humus ile birlikte leonardit kullanımı bir alternatif olarak değerlendirilmiştir (İmamoğlu, 2019). Leonardit, tarih öncesi

çağlarda göl ve bataklık ortamlardaki bitki ve hayvan kalıntılarının basınç, sıcaklık ve anaerobik koşulların etkisi altında ayrışması, nem, oksidasyon ve metamorfizma ile oluşturduğu katmanlı organik killi tortul kayalardır. Maddeler şekilsizdir, kısmen aromatikdir ve diğer organik maddelerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinden yoksundur (Akıncı, 2011).

3.3.4 Biyogübreler

Biyogübreler; (biyolojik gübreler, biyogübreler, bakteriyel gübreler, biyoinkulantlar, bakteriyel aşılama, mikrobiyal kültürler), besin maddelerinin bitkiler tarafından alınımı ve biyoyararlanımını etkileyen canlı mikroorganizmalardan oluşan ticari preparatlardır. Bunlar doğrudan veya dolaylı olarak bulaşan mikroplar olarak bilinmektedir (Owen vd., 2015). Bu sayede topraktaki besin maddeleri daha verimli kullanılır ve fidelerin kalitesi artar. Biyogübreler tüylü köklerin oluşumunu teşvik ettiğinden fidelerin korunmasını ve muhafazasını artırır (Benitez vd., 2004). Zararlı toprak kaynaklı patojenleri baskımlarken faydalı bakterileri aktive ederek bitki biyokütlesini önemli ölçüde arttırdığı gösterilmiştir (Owen vd., 2015). Bu, nitrojen ve fosforu güvence altına alarak kök gelişimini ve üretkenliği artırır (Owen vd., 2015).

Biyogübreler yararları ve işlevlerine göre; nitrojen sabitleme maddeleri, fosfat çözeltileri, potasyum çözeltileri, kükürt oksitleyiciler, silikat çözeltileri, ayrıştırılmış kültürler olarak sınıflandırılmaktadır. Azot bakterileri simbiyotik ve simbiyotik olmayan nitrojen bakterileri olarak ikiye ayrılır. Rhizobium, Azolla gibi simbiyotik bakteriler ve Azotobacter, Acetobacter, Beijerinckia, Azospirillum gibi simbiyotik olmayan bakteriler aerobik nitrojeni sabitler. Pseudomonas, Bacillus, Aspergillus ve Penicillium mikroorganizmaları fosfor salınımında etkilidir (Borkar, 2015).

Organik tarımda mikroorganizmaların kullanımı, kimyasal gübre ve pestisitlerin neden olduğu sorunların çözümüne alternatif olmaları nedeniyle daha yaygın hale gelmiştir (Berg, 2009).

Sürdürülebilir tarımın en önemli yönlerinden biri, tarımsal ekosistemlerde kimyasalların kullanımını ortadan kaldırmayı veya azaltmayı amaçlayan biyolojik gübrelerin kullanılmasıdır (Sharma, 2002).

Biyolojik gübreler, bazı durumlarda kimyasal gübrelerin yerini alarak ve birçok durumda gıda katkı maddesi olarak tarımsal üretimi dengeleyebilir. Biyolojik gübreler toprak kalitesini korumak için en çok arzu edilen çözüm olarak kabul edilir. Çevre için güvenlidirler. Kimyasal gübrelerden farklı olarak toprakta kalıp orada çoğalırlar ve toprak erozyonundan etkilenmezler. Biyolojik gübre yapma teknolojisi daha karlıdır ve en önemlisi çevreye zarar vermez. Biyolojik ve biyolojik olmayan gübrelerin entegre kullanımı, şifalı bitkilerin verimini ve fitokimyasal kalitesini artırmak için en iyi yönetim stratejisidir (Malik vd., 2011).

Rizobakterilerin ve mikorizal mantarların kullanımı bitki çoğaltımı için iyi bir stratejidir. Simbiyozun birçok damarlı bitkiye faydalı olduğu bilinmektedir. Bu mikroorganizmalar toprakta mevcut olmasına rağmen genellikle rizosferdeki diğer mikroorganizmalarla rekabet edebilecek yeterli sayıda bulunmazlar. Bu nedenle bitkilere daha hızlı hastalık bulaştırıp tarımda faydalı olmaları önemlidir. Pek çok bitki yetiştirme mikroorganizması tarımsal verimi artırmak için idareli bir şekilde kullanılmasına rağmen onlar hakkında çok az şey bilinmektedir (Kapoor, 2002; Khaosaad, 2006).

3.3.4.1 Sürdürülebilir Tarım İçin Biyogübre Kullanımı

Geleneksel tarım, artan nüfusun gıda ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir rol oynamakta ve bu da kimyasal gübre ve böcek ilaçlarına bağımlılığı artırmaktadır. Ancak bu eklemeler çok büyük bir çevresel maliyete neden olmuştur. Yoğun tarımla birleşen gübrelerin bol ve gelişigüzel tüketimi, toprak, yüzey ve yeraltı su kalitesi gibi çevresel sorunların yanı sıra hava kirliliği, biyoçeşitliliğin kaybı ve ekosistem fonksiyonlarının bozulmasına yol açmıştır (Schultz vd., 1995). Artan nüfusu beslemek için uygun maliyetli ve yeterli

tarımsal üretim için verimli ve sürdürülebilir uygulamalar gereklidir (Gentili vd., 2005). Sürdürülebilir tarım uygulamalarına dünya çapında acilen ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle bilim adamları, kimyasal gübrelerin aşırı kullanımından kaynaklanan toprak kirliliğini ve diğer birçok çevre ve yaşam tehlikesini önlemek için en iyi çözüm olarak organik gübreleri ve biyogübreleri önermektedir. Rizosfer toprağı, ürün verimliliğı üzerinde olumlu etkisi olan çeşitli üretken mikroplar içerir. Bu tür mikroorganizmalar, toprağın mikrobiyal çeşitliliğini arttırmak için aşılaiıcı olarak kullanılabilen, doğal olarak oluşan mikropların karışık bir popülasyonundan oluşabilir. Araştırmalar, toprak ekosistemine üretken bir mikrobiyal topluluğın ekilmesinin toprak sağlığını, büyümesini, verimini ve ürün kalitesini iyileştirdiğini göstermiştir. Biyogübre üretim teknolojisi, uygun mikrobiyal suşların izolasyonu, faydalı organizmaların seçimi, ana ve tohum kültürünün hazırlanması, aşılaiıcıların hazırlanması, taşıyıcıların hazırlanması ve karıştırılmasının yanı sıra kurutma, paketlenme, depolama ve nakliye de içermektedir. Bu nedenle biyogübre esasen canlı organizmaları içeren bir maddedir, yani bakteriler, algler ve mantarlar tek başına veya kombinasyon halinde tohumlara, bitki yüzeyine veya rizomların yakınındaki toprağı uygulanır; bu, temel kaynağın veya kullanılabilirliğın arttırılmasına yardımcı olabilir. Biyogübre, nitrojen fiksasyonu, fosfor çözünürlüğü ve büyüme materyali sentezi yoluyla bitki büyümesini teşvik etme konusunda büyük bir potansiyele sahiptir. Biyogübre, sürdürülebilir veya çevre dostu, ucuz, yenilenebilir bir bitki besin kaynağıdır. Biyogübrelerde bulunan mikroorganizmalar toprağın doğal besin döngüsünün (özellikle N ve P) yenilenmesine ve toprakta organik madde birikmesine yardımcı olur (Bhushan, 2020).

3.3.4.2 Mikoriza Mantarlar (AMF)

Mikoriza mantarları çok yaygındır ve çoğı bitki türü onlarla birlikte bulunur. Mikorizal mantarların en büyük grubu arbusküler mikorizal mantarlardır (AMF). Mikorizal mantarlar konukçu bitkilerle simbiyoz oluşturduğunda, bitki kökleri ile toprak arasında bir köprü görevi görerek topraktan su ve bazı besin maddelerini köklere taşırlar (Türkmen vd., 2005; Yıldız, 2009).

Çoğu bitki mikorizal mantarlarla ilişkilidir. Mikorizal mantarlar, konakçı bitkinin köklerinin içinde ve dışında ilişkiler kurduklarından büyük ekolojik öneme sahiptirler. AMF ile bitkiler arasındaki bu ilişki karşılıklı bir simbiyozdur. Konakçı bitki, mantara karbon kaynağı sağlarken, mantar da bitkinin topraktan su ve besin alımını artırır. Mikoriza mantarları dört ana gruba ayrılır: ektomikoriza, arbusküler mikoriza, erikoid mikoriza ve orkide mikorizası (Palta vd., 2020).

Bitki gelişimi aşağıdakiler gibi çeşitli etkinliklerle desteklenmektedir: Mikorizosferdeki değişiklikler, köklerdeki fizyolojik ve morfolojik değişiklikler ve rekabet. Ayrıca mantar patojenlerine ve toprak nematodlarına karşı direncin artmasıyla mikorizal bitkiler, kontrolü çok zor olan bu faktörlerle mücadelede önemli bir avantaj elde etmektedir (Türkmen vd., 2005; Yıldız, 2009). Bu farklı mikorizal türlerin en büyük grubu arbusküler mikorizal mantarlardır (AMF). AMF mantarlarının dış (dış) hifleri bitki köklerinin yüzey alanını artırarak bitkinin bulunduğu topraktan daha fazla yararlanmasını sağlar. Bu filamentler toprağı küre gibi sararak agreganın yapısını iyileştirir ve erozyona karşı direncini artırır. Ayrıca AMF mantarları bitkinin kuraklığa, tuzluluğa ve ağır metal stresine karşı direncini artırır, bitkiyi kök patojenlerinden korur ve bitki büyüme hormonlarının üretimini destekler. Bitki gelişimi ve toprak kalitesi üzerinde olumlu etkisi olan AMF mantarları aynı zamanda çayır ve meraların fizyolojisi ve morfolojisi üzerinde de olumlu etkiye sahiptir. Bugün bilim camiasında çok bileşenli gübreler kullanılarak mera ıslahına yönelik araştırmaların sürdürülmesi fikri yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır (Palta vd., 2020). Bunun temel nedenlerinden biri, karmaşık gübrelerin bitkilere kullanımından elde edilen faydaların ekosisteme daha fazla zarar verdiği düşüncesidir. AMF aşısı, burada ve dünya çapında bu yetiştirme çabasının bir parçası olarak güncellenmiştir. Önceliklerden biri AMF mantarlarının mera araştırma ve iyileştirmesinde kullanılmasıdır. Bu amaçla çayır ve meralarda potansiyel AMF'nin haritalanması, izolasyonu, üretimi ve

transplantasyonuna öncelik verilmeli ve geniş çaplı çalışmalar yapılmalıdır (Palta vd., 2020).

3.3.4.3 Bitkisel Üretimde Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteri (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) (PGPR)'ler ve Etki Mekanizmaları

Toprak çok sayıda ve çeşitli mikrobiyal toplulukları içerir. Bu mikrobiyal topluluklar bitki köklerinde bulunan ve bazılarının zararlı etkileri olduğu görülen bakterileri içerir. Bazı yararlı kök bakterileri, büyüme destekleyicileri veya biyopestisitler veya her ikisi birden olarak hareket ederek bitkiler üzerinde yararlı bir etki göstermektedir. Bu olumlu etkiye sahip olan bakterilere “bitki büyümesini teşvik eden kök bakterileri” adı verilmektedir. Bitkiler, yaşam döngüleri boyunca ürün verimliliğini sınırlayan çeşitli çevresel etkilere maruz kalabilir. En büyük çevre sorunlarından biri olan kuraklık stresi, Türkiye gibi dünyanın birçok yerinde tarımsal verimliliği sınırlamaktadır. Küresel su kaynakları tükenirken, kuraklık stresi, özellikle stresli koşulların yaygın olduğu yarı kurak veya kurak gelişmekte olan ülkelerde tarımsal üretimi engellemektedir. Son araştırmalar, bakterilerin bazı kullanımlarının faydalı olduğunu ve çeşitli abiyotik stres koşulları altında olumlu sonuçlar verdiğini göstermektedir. Kuraklık stresi bitki-su ilişkilerini etkiler ve birçok bitki mekanizmasını olumsuz etkiler. Araştırmalar, bu etkilerin doğal faydalı bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) ile azaltılabileceğini göstermiştir (Lim vd., 2013).

Pseudomonas ve *Bacillus*, bitki büyümesi üzerindeki uyarıcı etkilerinden ve patojenlere karşı mükemmel antagonistik özelliklerinden dolayı ilgiyi hak etmektedir. Kök bakterileri *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azotobacter* ve *Azoosporillium*, çok düşük biyokontrol aktivitesine sahip nitrojen sabitleyici bakterilerdir ve genellikle bitki ile penetrasyon yoluyla etkileşime girerler. Bitki gelişimini teşvik eden kök bakterileri hem kendi salgıladıkları sideroforları hem de zararlı mikroorganizmaların salgıladıkları sideroforları kullanabilirken, zararlı mikroorganizmalar sadece kendi salgıladıkları sideroforları kullanabilirler. PGPR'ler Fe³ için, daha düşük afiniteye sahip sideroforlar

üreten, topraktan sınırlı miktarda demir emen ve patojenlerin gelişimini engelleyen zararlı mikroorganizmalarla rekabet eder. Biyolojik mücadele patojenleri önleyerek bitki büyümesine olumlu etki yaparlar (Anonim 6).

Serbest yaşayan toprak bakterilerinin çeşitli bir grubu olan bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR), bitkilerin rizosferinde kolonize olur ve aynı zamanda verimin artmasına yardımcı olmaktadır (Kumar vd., 2016).

PGPR'nin bitki büyümesi üzerindeki etkisi doğrudan ve dolaylıdır. Siderofor, glukanaaz, kitinaz, antibiyotik ve siyanür üretimi sayesinde patojen mikroorganizmalara karşı etki göstererek dolaylı olarak bitki büyümesini destekleyebilir. İndol asetik asit gibi bitki hormonlarının sentezini, nitrojen fiksasyonunu ve kök zarı stresinin azaltılmasını sağlamaktadır. Ayrıca bitki rizosferinde bulunan birçok organik ve inorganik madde PGPR'yi bitkilere faydalı kılmaktadır. Mikroorganizmalar fosfatları çözme yeteneklerinin yanı sıra demir ve çinko gibi elementlerin emilimini de artırır. PGPR'nin en önemli etkilerinden biri enzimatik sentezdir. Özellikle ACC deaminaz gibi enzimlerin sentezi bitki hormonlarının seviyelerini düzenler. PGPR'nin bahsedilen tüm özelliklerinden dolayı son yıllarda bitkilerin hem besin emilimine hem de olumsuz stresli ortama karşı direncini belirlemek için araştırmalar yapıldığı belirtilmektedir (Çetin vd., 2018).

PGPR türü *Azospirillum*, *Pseudomonas* ve *Bacillus*'u içerir. Bu biyomateryaller, çeşitli bitki büyüme uyarıcıları üreterek bitki büyümesini hızlandırma ve bitki paraziti nematodları yok etme özelliğine sahiptir. PGPR'nin ayrıca bitki zararlılarının neden olduğu toz hasarını azaltmak için potansiyel bir biyoaktif ajan olduğu gösterilmiştir ve bitki zararlılarının neden olduğu tozun etkili kontrolü için bunların etkileşimi kapsamlı bir şekilde incelenmiştir (Tabatabaei vd., 2017).

Eşme ayva çeşidinde (*Cydonia vulgaris L.*) bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin (PGPR) verim ve meyve özelliklerine etkisi incelenmiş ve Eşme Ayva çeşidinde PGPR bakterileri (*Pseudomonas fluorescens*)

ve (*Rhodococcus rhodochrous*) ikili kombinasyonunu içeren çeşitli ticari gübre dozları da kullanılmıştır. Çalışma ağaç verimi ve meyve kalitesi üzerinde olumlu bir etki göstermiştir (Gerçekçioğlu vd., 2018).



4-TARIMDA KULLANILAN MİKROORGANİZMALARIN BİYOLOJİK YAPILARI

Bir mikroorganizma veya mikrop mikroskobik bir organizmadır (yani genellikle çıplak gözle görülemeyecek kadar küçüktür). Tarihi 1675 yılında Anton van Leeuwenhoek'un tasarladığı mikroskopla mikroorganizmaları keşfetmesine kadar uzanan mikroorganizmaları inceleyen bilim dalına mikrobiyoloji adı verilmektedir (Anonim 7). Mikroorganizmaların çok fazla çeşidi vardır. Bu tanım bakterileri, mantarları, arkeleri, protistleri, mikroskobik bitkileri (yeşil algler olarak da bilinir); ve plankton ve amipler gibi mikro hayvanları içermektedir (Rybicki, 1990).

Mikroorganizmaların çoğu tek hücreli olmasına rağmen, bazı çok hücreli organizmalar mikroskobik olduğundan, bazı tek hücreli protistler ve bakteriler makroskobik (çıplak gözle görülebilen) olduğundan bu durum hepsine genelleştirilemez. Buna örnek olarak *Thiomargarita namibiensis* verilebilir. Mikroorganizmalar akan suların biyosferinde, deniz dibindeki kaplıcalarda, atmosferin üst katmanlarında ve yer kabuğundaki kayaların derinliklerinde yaşarlar. Mikroorganizmalar saprotrof olarak hareket ettikleri için ekosistemlerin besin döngüsünde çok önemli bir rol oynarlar. Bazı mikroorganizmalar, nitrojeni sabitleme yetenekleri nedeniyle nitrojen döngüsünün en değerli bileşenleridir ve son araştırmalar, havadaki mikroorganizmaların yağış ve hava düzenlerini etkili bir şekilde etkileyebildiğini göstermektedir (Christner vd., 2008).

Birçok mikroorganizma hızla ürer ve bakteriler gibi mikroorganizmalar konjugasyon, transformasyon ve transdüksiyon yoluyla birçok farklı tür arasında genleri serbestçe aktarabilir (Wolska, 2003).

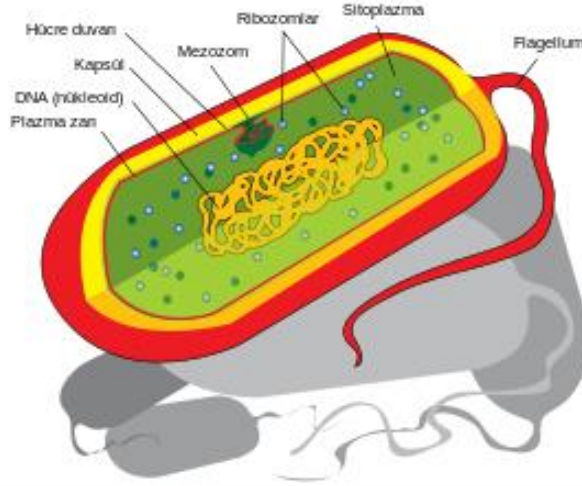
4.1 Ökaryotlar

Ökaryotik hücreler, iyi tanımlanmış bir zara bağlı çekirdeğe ve diğer zara bağlı organellere sahip oldukları için yapısal ve işlevsel olarak karmaşık hücrelerdir.

"Ökaryot" terimi, Yunanca "gerçek" anlamına gelen "eu" ve "çekirdek" anlamına gelen "karyon" kelimelerinden türetilmiştir. Bu ilerlemeler, ökaryotik hücrelerin prokaryotik hücrelerden daha karmaşık işlevleri yerine getirmesini sağlar. Ökaryotik hücrelerin genel özellikleri; Ökaryotik hücreler, çapları 10-100 µm olduğundan, boyut olarak prokaryotik hücrelerden önemli ölçüde daha büyüktür. Ökaryotik hücrelerin şekli, hücre tipine bağlı olarak önemli ölçüde değişir. Bazı hücreler amip gibi pleiomorfiktir, diğerleri ise bitki hücreleri gibi belirli bir şekle sahiptir. Hücre şekli, çevresel faktörlerden ve diğer fonksiyonel adaptasyonlardan büyük ölçüde etkilenir. Ökaryotik hücreler, birçok zara bağlı organel ve iyi tanımlanmış çekirdeklerle daha gelişmiş bir hücresel organizasyona sahiptir. Ökaryotik hücrelerin genetik materyali DNA'dır ve doğrusaldır ve birçok üreme kaynağına sahiptir. Ökaryotik hücrelerin çekirdeği, karmaşık bir nükleer zarla çevrilidir. Prokaryotların dairesel kromozomlarının aksine, histon proteinli bir nükleer kompleks içindeki kromozomlar doğrusal kromozomlar oluşturur. Bazı ökaryotik hücrelerde bulunan hücre duvarı, selüloz veya diğer karbohidratlardan oluşur. Maya gibi bazı ökaryotik hücreler eşeysiz olarak mitoz veya bölünme yoluyla çoğalırken, diğer hücreler eşeyli olarak çoğalır (Anonim 8).

4.2 Prokaryotlar

Sitoplazmalarında zarla çevrili organeller bulunmayan ve zarla çevrili olmayan basit ve ilkel hücrelere prokaryot denir. Prokaryotik hücrelerin sitoplazmasında, zarla çevrili bir organel vardır. Sitoplazmada, genetik materyaller nükleoid bölgede dağılmıştır. Prokaryotlarda hücre duvarı bulunur. Prokaryotik hücrelere sahip canlı türleri arasında "bakteriler" ve "arkeler" bulunur. Bazı prokaryotik organizmaların sitoplazmasında hareket ve organellerin bulunduğu durumlar da vardır. Bu organellere genellikle "flagella" denir. Bu sırada bazı bakteriler oksijen solur ve fakültatif bakteriler mezozom adı verilen bir yapıya sahiptir. Ökaryotik hücrelerde olduğu gibi tüm fizyolojik fonksiyonlar bu hücrelerde gerçekleşir. Bakteriler, virüsler, viroidler, mikoplazmalar ve mavi-yeşil algler (sianobakteriler) prokaryotik organizmalardır (Anonim 8).



Şekil 8. Tipik Prokaryot Hücresi (Anonim 8)

4.2.1 Bakteriler

Bir grup tek hücreli mikroorganizmadır. Genellikle birkaç mikrometre uzunluğundaki bakterilerin farklı şekilleri vardır; bazıları küresel, bazıları spiral, bazıları çubuk şeklinde olabilir. Bakteriler Dünya üzerindeki tüm ortamlarda bulunur. Toprakta, deniz suyunda, okyanus derinliklerinde, yer kabuğunda, deride, hayvan bağırsaklarında, asitli kaplıcalarda ve radyoaktif atıklarda yetişebilen türleri vardır. Bir gram toprakta genellikle 40 milyon bakteri hücresi ve bir mililitre tatlı suda da bir milyon bakteri hücresi bulunur. Bakteriler, gıdanın işlenmesinde çok önemlidir ve gıda döngüsündeki birçok önemli adım, atmosferdeki nitrojeni sabitlemek gibi bakterilere bağlıdır. Ancak bu bakterilerin çoğu henüz tanımlanamamıştır ve bakteri türlerinin sadece yaklaşık yarısı laboratuvarında yetiştirilebilen türlerdir. Bakterileri inceleyen bilim bakteriyolojidir; mikrobiyolojinin alanıdır (Anonim 7).

Ökaryotlardan farklı olarak bakteri hücrelerinde çekirdek bulunmaz ve zarla çevrili organeller nadiren görülür. Geleneksel olarak bakteri terimi tüm prokaryotları kapsar, ancak 1990'larda prokaryotların iki ayrı gruptan oluştuğu ve ortak bir atadan ayrı ayrı evrimleştikleri keşfedildiğinde bilimsel

sınıflandırma değişti. Bu daha yüksek boyutlara bakteri ve arke denir (Woese vd., 1990).

Geleneksel çiftçiliğin aksine, topraksız bir üretim sistemi, sürekli bir su ve besin döngüsü gerektirir. Kültür balıkçılığında besin solüsyonlarının kullanılması bazı avantajlar sağlasa da bazı dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Bazı durumlarda bu sisteme giren bitki patojenleri ciddi sorunlara yol açabilmektedir. Bu nedenle üretim malzemelerinin, kullanılan su ve besin solüsyonlarının patojen içermemesi çok önemlidir. Pek çok su bitkisi virüsü doğrudan o suda tespit edilebilir ve su ile başka alanlara taşınabilir. Araştırmalarda deniz, nehir ve akarsu, göl, sulama suyu, drenaj ve yeraltı sularında, kuyu ve kaynak sularında bitki patojeni virüsler tespit edilmiştir (Şevik, 2011).



Şekil 9. Bacillus subtilis bakterisi (Anonim 4)

5. METARYAL - METOD

Araştırma 2023 yılında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sivas Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim bölümüne ait araştırma alanında deneme 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmada buğday çeşidi olarak kıvıltan cinsi buğday (*Triticum aestivum*) kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Bünye	pH (1:1 h ₂ O)	Tuz (mS/cm)	P ₂ O ₂ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)	Organik Madde	Kireç (%)
Killi-tın	7,82	1,73	5,88	95,7	3,0	60,6

Çizelge 1. Denemede Kullanılan Toprağın Özellikleri

Verilen değerler sonucunda toprakta kireç miktarının yüksek olduğu, hafif alkali pH ve killi tınlı bünyeye sahip, organik madde içeriği orta, tuzsuz, potasyum içeriği yeterli, fosfor içeriğinin ise düşük olduğu kanısına varılmıştır.

Çalışmamızda kullanılan *Bacillus subtilis* (ATCC 6633) suşu Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Tıbbi Mikrobiyoloji laboratuvarından temin edilmiştir. Araştırmada, %100 toprak, %25 vermikompost + %75 toprak, %25 kompost(büyük baş hayvan gübresinden fermente edilerek) + %75 toprak, %25 leonardit + %75 toprak karışımı hazırlanarak saksılara 2’şer kg konulmuştur. Buğday tohumları başlangıçta saksılara 15 adet ekilmiş, bitki çıkışlarından sonra seyreltme işlemi yapılmış her saksıda 7 adet buğday bitkisi bırakılmıştır. Buğday bitkisi ekimden 50 gün sonra hasat edilmiştir. Araştırmada kullanılan vermikompostun bazı özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir.



Şekil 10. Kurulan deneme saksıları görüntüleri

VERMİKOMPOST İÇERİĞİ		
Analiz Parametreleri	Birim	Analiz Sonucu
pH	-	7,3
Ec	dS/m	9,9
Organik madde	%	59,3
Nem	%	33,9
Organik karbon	%	26,5
C/N	%	10,2
Toplam (Hüyük +Fulvik)	%	44,5
Organik Azot	%	2,5
Toplam Azot	%	2,6
Toplam Fosfor Penta Oksit	%	1,9
Suda Çözünür Potasyum Oksit	%	1,9

Çizelge 2.Solucan gübresi içeriği

LEONARDİT İÇERİĞİ		
Analiz Parametreleri	Birim	Analiz Sonucu
Toplam (hüyük +fulvik)	%	40-50
pH	%	3-4
Organik madde	%	40-50
Nem	%	25

Çizelge 3. Leonardit gübresi içeriği

FERMENTE EDİLMİŞ ÇİFTLİK GÜBRESİ İÇERİĞİ		
Analiz Parametreleri	Birim	Analiz Sonucu
Toplam (hümik +fulvik)	%	25
pH	%	7-8
Organik madde	%	65
Toplam azot	%	1
Nem	%	20

Çizelge 4. Fermente edilmiş çiftlik gübresi

5.1 PGPR Bakteri Süspansiyonu Hazırlama

Bacillus subtilis bakteri suşunu çoğaltmak amacı ile besiyeri hazırlanmıştır. Hassas terazide boş kabın darası alınarak işleme devam edilmiştir. Mueller hinton broth besiyeri kullanılmıştır. 1 litre distile su içerisine 34 gr mueller hinton broth tartılarak ilave edilmiştir. Bu işlemden sonra balık (manyetik mıknatıs) kullanılarak 15 dk. karıştırılarak besiyeri hazırlanmıştır. Hazırlanan besiyeri 121 °C 'de 15 dakika otoklav'da steril edilerek oda ısısında soğumaya bırakılmıştır. Bu işlemde 121 °C kontrolünü sağlamak amacıyla sterilizasyon bandı kullanılmıştır.



Şekil 11. Otoklav



Şekil 12. Denemeye ait besiyeri ve bakteri görüntüleri

Katı agarda üretilmiş olan *Bacillus subtilis* kolonilerinden bir koloni öze yardımı ile bek alevi yanında alınmıştır. Bakteri kolonisi daha önce hazırladığımız besiyeri içerisine aktarılarak 37 °C 24 saat inkübe edilmiştir.



Şekil 13. Bakteri aşılama sonrası görüntüsü

Elde edilen bakteri süspansiyonundan Densitometer cihazı kullanılarak 500 ml distile su içerisine McFarland 0.5 (1×10^8 cfu/ml) olacak şekilde aşılama yapılmıştır.























Şekil 14. McFarland Densitometer





























Saksı başına 20 ml PGPR bakterisi saksılara ilave edilmiştir. Böylece PGPR aktivitesi ölçülecek olan her bir saksıya 2×10^9 adet bakteri aşılması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 15. PGPR bakterisinin saksılara aşılması

Yapılan bu işlemler tamamlandıktan sonra Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sivas Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim bölümüne ait araştırma alanında saksılar büyüme bırakılmıştır.

KONTROL TARİHİ	PGPR+ SOLUCAN GÜBRESİ+ TOPRAK	PGPR+ HAYVAN GÜBRESİ+ TOPRAK	PGPR+ LEONARDİT+ TOPRAK	PGPR+ TOPRAK
13.10.2023				
17.10.2023				
19.10.2023				
23.10.2023				
30.10.2023				

6.11.2023				
13.11.2023				
20.11.2023				
24.11.2023				
27.11.2023				
5.12.2023				
13.12.2023				

Tablo 3. Kontroller tablosu

5.2 Bitki Kuru Ağırlık Tayini

Buğday bitkisinin 50 gün sonra hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Hasat işleminden sonra buğday bitkisinin yaprakları çeşme suyu ile ve sonrasında saf su ile yıkanarak kaba filtre kağıdı üzerine serilerek fazla suyun uzaklaştırılması sağlanmıştır.



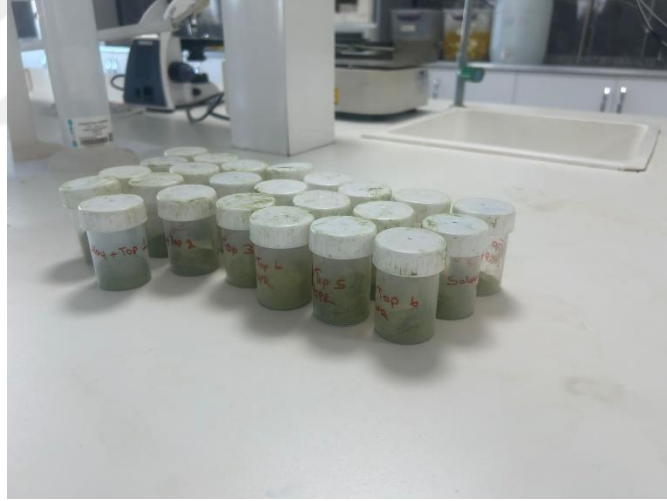
Şekil 16. Kaba filtre kağıdı üzerine serim işlemi

Fazla suyu uzaklaştırdığımız bu buğday yeşil aksamının yapılan sınıflandırma doğrultusunda kese kağıtlarına koyarak kuru madde üretim miktarının belirlenmesi için etüvde 48 saat 65 °C de sabit ağırlığa gelene kadar bekletilmiştir.



Şekil 17. Etüvde 48 saat bekleyen ürünler

Etüvden alınarak hassas terazi yardımı ile tartılıp kuru madde üretim miktarları belirlenmiştir. Kuru madde üretim miktarları belirlendikten sonra buğday bitkisinin yeşil aksamı bitki öğütme değirmeninde öğütülmüştür.



Şekil 18. Öğütülmüş örnekler

Yapılan bu işlemlere ek olarak hasat işleminden sonra bitki kök kısmı hassas bir şekilde alınmış ve boy uzunlukları ölçülmüştür.



Şekil 19. Hasat edilen buğday bitkisinin kök ve yaprak bölgeleri

5.3 Mikroelement İçeriği Tayini

Buğday bitkisi öğütüm işleminden sonra elde edilen üründen 0,2 g tartılmıştır. Mikrodalga cihazında yaş yakma metoduna göre H_2O_2 - HNO_3 asit karışımında yakılıp saf su ile son hacmi 20 ml'ye tamamlanıp mavi bant filtre kâğıdından süzölmüştür. Süzölerek elde edilmiş örneklerin P konsantrasyonu kolorimetrik olarak spektrofotometrede 882 nm'de Zn, Mn, Fe ve Cu konsantrasyonları Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazında belirlenmiştir.

6. BULGULAR

ÜRÜN KODU	YAPRAK UZUNLUĞU ORTALAMASI ± STANDART SAPMA (CM)	YAPRAK ÇAPI ORTALAMASI ± STANDART SAPMA (CM)	KÖK UZUNLUĞU ± STANDART SAPMA (CM)	KÖK ÇAPI ORTALAMASI ± STANDART SAPMA (CM)	YESİL AKSAM KURU AĞIRLIĞI ORTALAMA ± STANDART SAPMA (GR)
TOPRAK	19,35 ± 1,16	0,58 ± 0,14	18,33 ± 1,89	0,77 ± 0,1	2,7 ± 0,31
TOPRAK +PGPR	18,41 ± 3,06	0,61 ± 0,017	17,5 ± 1,36	0,86 ± 0,065	2,78 ± 0,32
SOLUCAN GÜBRESİ +TOPRAK	16,37 ± 3,04	0,55 ± 0,05	21,78 ± 1,27	1,01 ± 0,25	3,01 ± 0,65
SOLUCAN GÜBRESİ +TOPRAK +PGPR	19,45 ± 1,80	0,65 ± 0,10	24,39 ± 1,34	1,17 ± 0,13	3,19 ± 0,71
LEONADİT + TOPRAK	15,67 ± 1,42	0,51 ± 0,07	22,39 ± 0,62	0,94 ± 0,075	2,13 ± 0,29
LEONARDİT + TOPRAK +PGPR	17,49 ± 2,76	0,59 ± 0,11	29,77 ± 5,27	1,1 ± 0,34	2,92 ± 0,57
HAYVAN GÜBRESİ + TOPRAK	18,63 ± 2,58	0,59 ± 0,085	21,72 ± 3,37	0,85 ± 0,1	3,66 ± 0,45
HAYVAN GÜBRESİ + TOPRAK +PGPR	20,87 ± 0,54	0,61 ± 0,017	24 ± 2,90	0,90 ± 0,05	4,10 ± 0,95

Tablo 4. Hasat edilen buğday bitkisinden elde edilen veriler

ÜRÜN KODU	Fe (Ppm)	Zn (Ppm)	Mn (Ppm)	Cu (Ppm)
TOPRAK	3,84±1,22	0,62±0,09	0,58±0,06	0,09±0,008
TOPRAK +PGPR	2,62±0,49	0,60±0,05	0,54±0,08	0,08±0,004
SOLUCAN GÜBRESİ +TOPRAK	2,12±0,39	0,72±0,37	0,47±0,06	0,102±0,006
SOLUCAN GÜBRESİ +TOPRAK +PGPR	2,03±0,38	1,16±0,03	0,48±0,01	0,10±0,009
LEONADİT + TOPRAK	2,36±0,16	0,41±0,10	0,39±0,02	0,10±0,01
LEONARDİT + TOPRAK +PGPR	2,32±0,71	0,80±0,01	0,52±0,09	0,08±0,007
HAYVAN GÜBRESİ + TOPRAK	1,96±0,51	0,98±0	0,39±0,09	0,08±0,003
HAYVAN GÜBRESİ + TOPRAK +PGPR	1,76±0,23	0,79±0,16	0,49±0,04	0,09±0,01

Tablo 5. Elde edilen buğday bitkisinin mikro element içeriği

Hasat edilen buğday bitkisinden elde edilen veriler arasında karşılaştırma yapıldığında %100 toprak karışımında elde edilen değerlerimiz yaprak uzunluğu

19,35 cm, yaprak çapı 0,58 cm, kök uzunluğu 18,33 cm, kök çapı 0,77 cm ve verim niteliğinde geçen yeşil kuru aksam ağırlığı 2,7 gr olarak ölçülmüştür. Bu ölçümlere ek olarak mikroelement içerikleri kontrol edilmiş ve Fe., Zn., Mn., Cu. Değerleri bulunmuştur. %100 toprak karışımına PGPR ilave edilen saksılarda; yaprak uzunluğunda %4,85 azalış gözlemlenmiştir ve 18,41 cm olarak ölçülmüştür. Yaprak çapında %5,17 artış gözlemlenmiştir ve 0,61 cm olarak ölçülmüştür. Kök uzunluğunda %4,52 azalış gözlemlenmiştir ve 17,5 cm olarak ölçülmüştür. Kök çapında %11,6 artış gözlemlenmiştir ve 0,86 cm olarak ölçülmüştür. Yeşil aksam kuru ağırlığında %2,96 artış gözlemlenmiştir ve 2,78 gr olarak ölçülmüştür. Mikroelement içeriğinde Fe., Zn., Mn., Cu., değerlerine ulaşılmıştır. %100 toprak karışımı ve %100 toprak karışımı + PGPR karşılaştırıldığında PGPR bakterisi ekli saksılardan elde edilen sonuçlar arasında yaprak çapı, kök çapı ve yeşil aksam kuru ağırlığında artış gözlemlenmiştir. Yaprak uzunluğu ve kök uzunluğunda ise azalma gözlemlenmiştir.

%25 solucan gübresi + %75 toprak karışımından elde edilen değerlerimiz yaprak uzunluğu 16,37 cm, yaprak çapı 0,55 cm, kök uzunluğu 21,78 cm, kök çapı 1,01 cm ve verim niteliğinde yeşil aksam kuru ağırlığı 3,01 gr olarak ölçülmüştür. Bu ölçümlere ek olarak mikroelement içerikleri kontrol edilmiş ve Fe., Zn., Mn., Cu. Değerleri bulunmuştur. %25 solucan gübresi + %75 toprak karışımına PGPR bakterisi eklenen saksılarda; yaprak uzunluğunda %18,81 artış gözlemlenmiştir ve 19,45 cm olarak ölçülmüştür. Yaprak çapında %18,18 artış gözlemlenmiştir ve 0,65 cm olarak ölçülmüştür. Kök uzunluğunda %11,98 artış gözlemlenmiştir ve 24,39 cm olarak ölçülmüştür. Kök çapında %15,85 artış gözlemlenmiştir ve 1,17 cm olarak ölçülmüştür. Yeşil aksam kuru ağırlığında %5,98 artış gözlemlenmiştir ve 3,19 gr olarak ölçülmüştür. Mikroelement içeriğinde Fe., Zn., Mn., Cu., değerlerine ulaşılmıştır. %25 solucan gübresi + %75 toprak karışımı ve %25 solucan gübresi + %75 toprak karışımı + PGPR karşılaştırıldığında PGPR bakterisi ekli saksılarda tüm parametrelerde artış gözlemlenmiştir.

%25 leonardit + %75 toprak karışımından elde edilen değerlerimiz yaprak uzunluğu 15,67 cm, yaprak çapı 0,51 cm, kök uzunluğu 22,39 cm, kök çapı 0,94 cm ve verim niteliğinde yeşil aksam kuru ağırlığı 2,13 gr olarak ölçülmüştür. Bu ölçümlere ek olarak mikroelement içerikleri kontrol edilmiş ve Fe ., Zn ., Mn., Cu. Değerleri bulunmuştur. %25 leonardit + %75 toprak karışımına PGPR bakterisi eklenen saksılarda; yaprak uzunluğunda %11,61 artış gözlemlenmiştir ve 17,49 cm olarak ölçülmüştür. Yaprak çapında %15,68 artış gözlemlenmiştir ve 0,59 cm olarak ölçülmüştür. Kök uzunluğunda %32,96 artış gözlemlenmiştir ve 29,77 cm olarak ölçülmüştür. Kök çapında %17,02 artış gözlemlenmiştir ve 1,1 cm olarak ölçülmüştür. Yeşil aksam kuru ağırlığında %37,08 artış gözlemlenmiştir ve 3,66 gr olarak ölçülmüştür. Mikroelement içeriğinde Fe., Zn., Mn., Cu., değerlerine ulaşılmıştır. %25 leonardit + %75 toprak karışımı ve %25 leonardit + %75 toprak karışımı + PGPR karşılaştırıldığında PGPR bakterisi ekli saksılarda tüm parametrelerde artış gözlemlenmiştir.

%25 hayvan gübresi + %75 toprak karışımından elde edilen değerlerimiz yaprak uzunluğu 18,63 cm, yaprak çapı 0,59 cm, kök uzunluğu 21,72 cm, kök çapı 0,85 cm ve verim niteliğinde yeşil aksam kuru ağırlığı 3,66 gr olarak ölçülmüştür. Bu ölçümlere ek olarak mikroelement içerikleri kontrol edilmiş ve Fe ., Zn ., Mn., Cu. Değerleri bulunmuştur. %25 hayvan gübresi+ %75 toprak karışımına PGPR bakterisi eklenen saksılarda; yaprak uzunluğunda %12,02 artış gözlemlenmiştir ve 20,87 cm olarak ölçülmüştür. Yaprak çapında %3,38 artış gözlemlenmiştir ve 0,61 cm olarak ölçülmüştür. Kök uzunluğunda %10,49 artış gözlemlenmiştir ve 24 cm olarak ölçülmüştür. Kök çapında %5,88 artış gözlemlenmiştir ve 0,90 cm olarak ölçülmüştür. Yeşil aksam kuru ağırlığında %12,02 artış gözlemlenmiştir ve 4,10 gr olarak ölçülmüştür. Mikroelement içeriğinde Fe., Zn., Mn., Cu., değerlerine ulaşılmıştır. %25 hayvan gübresi + %75 toprak karışımı ve %25 hayvan gübresi + %75 toprak karışımı + PGPR karşılaştırıldığında PGPR bakterisi ekli saksılarda tüm parametrelerde artış gözlemlenmiştir.

7. SONUÇ-TARTIŞMA

PGPR uygulamalarından elde edilen sonuçların incelendiği bir çalışmada, soğan bitkilerinde *B. subtilis* bakterisi kullanılmış ve tohum bakteriyelizasyonu sürgün kuru ağırlığını (%12-94), kök kuru ağırlığını (%13-100) ve sürgün yüksekliğini %12-40 oranında kontrol grubuna göre önemli ölçüde arttırmıştır (Reddy ve diğ., 1989). Yaptığımız çalışmada ise yeşil aksam kuru ağırlığında kontrol gruplarına göre %2,96-37,08 oranında artış gözlemlenmiştir. Yaprak uzunluğunda ise %100 toprak + PGPR karışımında %4,85 azalış gözlemlenirken, solucan gübresi + toprak + PGPR , leonardit + toprak + PGPR , hayvan gübresi + toprak + PGPR karışımlarında %11,61- 18,81 oranında artış gözlemlenmiştir.

Bir başka çalışmada yerfıstığında *B.subtilis* bakteri türünün etkileri gözlemlenmiştir. Sonuç olarak verimde %37 artış gözlemlenmiştir (Turner ve diğ., 1991). Bu çalışmada PGPR bakterilerinin buğday verimi üzerine etkileri incelenmiştir. Bakteri türü olarak *Bacillus subtilis* kullanılmıştır. Kızıltan buğday cinsinde verim niteliğinde yeşil aksam kuru ağırlığı kontrol gruplarına göre %2,96-37,08 oranında artış gözlemlenmiştir.

Sorgum yetiştiriciliğinde *B. subtilis* bakterisinin etkileri incelendiğinde verimde %15,3-33 oranında artış gözlemlenmiştir (Broadbent ve diğ., 1977). Yaptığımız çalışmada ise verim niteliğinde yeşil aksam kuru ağırlığı kontrol gruplarına göre %2,96-37,08 oranında artış gözlemlenmiştir.

Şahin ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada şeker pancarı ve arpada *B. subtilis* bakterileri türünün verim üzerine etkileri incelenmiş ve pancarda %11,9-12,4, arpada %7,4-9,3 verim artışı gözlemlenmiştir (Şahin ve diğ., 2004). Bu çalışmada PGPR bakterilerinin buğday verimi üzerine etkileri incelenmiştir. Bakteri türü olarak *B. subtilis* kullanılmıştır. Kızıltan buğday cinsinde verim niteliğinde yeşil aksam kuru ağırlığı kontrol gruplarına göre %2,96-37,08 oranında artış gözlemlenmiştir.

Dobbelaere ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada Sorgum, buğday, arpa, mısır, yulaf bitkileri üzerinde *Azospirillum brasilense* bakterinin etkileri incelenmiş sonuç olarak verimde %25 artış görülürken kök sayısı, kök uzunluğu, kök ve gövde ağırlığı artışı sağlamıştır (Dobbelaere ve diğ., 2001). Bizim çalışmamızda PGPR bakterilerinin buğday verimi üzerine etkileri incelenmiştir. Bakteri türü olarak *Bacillus subtilis* kullanılmıştır. Kızılitan buğday cinsinde verim niteliğinde yeşil aksam kuru ağırlığı kontrol gruplarına göre %2,96-37,08 oranında artış görülürken %100 toprak karışımında PGPR bakterisi ekli saksılardan elde edilen sonuçlar arasında yaprak çapı, kök çapı ve yeşil aksam kuru ağırlığında artış gözlemlenmiştir. Yaprak uzunluğu ve kök uzunluğunda ise azalma gözlemlenmiştir. Solucan gübresi + toprak +PGPR , leonardit + toprak + PGPR , hayvan gübresi + toprak + PGPR karışımlarında ise yaprak uzunluğu, yaprak çapı, kök uzunluğu, kök çapı parametrelerinde %3,38- 37,08 oranında artış gözlemlenmiştir.

Hamaoui ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada nohut ve bakla bitkileri üzerinde PGPR bakterilerinin etkileri incelenmiştir. Çalışmada *A. brasilense* bakterisi kullanılmıştır. Yapılan çalışma neticesinde kök, gövde gelişimi ve verim artışı sağlanmıştır (Hamaoui ve diğ., 2001). Bu çalışmada PGPR bakterilerinin buğday verimi üzerine etkileri incelenmiştir. Bakteri türü olarak *Bacillus subtilis* kullanılmıştır. Kızılitan buğday cinsinde %100 toprak karışımı + PGPR saksılarından elde edilen sonuçlar arasında yaprak çapı, kök çapı ve yeşil aksam kuru ağırlığında artış gözlemlenmiştir. Yaprak uzunluğu ve kök uzunluğunda ise azalma gözlemlenmiştir. Solucan gübresi + toprak +PGPR , leonardit + toprak + PGPR , hayvan gübresi + toprak + PGPR karışımlarında ise tüm parametrelerde artış gözlemlenmiştir.

Kokalis-Burelle ve diğerlerinin yaptığı bir çalışmada domates ve biber bitkileri üzerinde *Bacillus amyliquefaciens*, *Bacillus pumilis*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus* bakterilerinin etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda bitkilerin gelişiminde olumlu etkiler gözlemlenmiştir. Yaprak alanında, kök ağırlığında,

gövde ağırlığında ve verimde artış gözlemlenmiştir. Ayrıca nematod azalması gözlemlenmiştir (Kokalis-Burelle vd., 2002).

De Freitas ve Germida yaptığı bir çalışmada kışlık buğday üzerinde *Pseudomonas cepacia*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida* bakterilerinin etkilerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada sonuç olarak % 46-75 dane verim artışı sonucuna varılmıştır (De Freitas vd., 1991).

PGPR bakterilerinin buğday verimi üzerine etkileri incelenen bu çalışmada %100 toprak karışımı + PGPR saksılarından elde edilen sonuçlar arasında yaprak çapı, kök çapı ve yeşil aksam kuru ağırlığında %2,96-11,6 oranında artış gözlemlenmiştir. Yaprak uzunluğu ve kök uzunluğunda ise %4,52-4,85 oranında azalma gözlemlenmiştir. Solucan gübresi + toprak +PGPR , leonardit + toprak + PGPR , hayvan gübresi + toprak + PGPR karışımlarında ise yaprak uzunluğu, yaprak çapı, kök uzunluğu, kök çapı ve yeşil aksam kuru ağırlığı parametrelerinin tamamında %3,38- 37,08 oranında artış gözlemlenmiştir.

KAYNAKÇA

Akıncı, Ş. (2011). Hümik asitler, bitki büyümesi ve besleyici alımı. *Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 23(1), 46-56.

Aksoylu, D., Karaalp-Orhan, H. (2022). AB ortak tarım politikası çerçevesinde Türkiye ve seçili doğu Avrupa ülkeleri karşılaştırılmalı bir analiz . *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9 (1), 172-201.

Akova Balcı, S. (2016).Kurak ve Yarıkurak Alanların Ziraat Coğrafyası, Basılmamış Ders Notları, s. 66.

Alexandratos, N., Bruinsma, J. (2012).World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. *ESA Working paper* No. 12-03. FAO, Rome

Anonim 1.

[\(https://www.tarimdunyasi.net/2022/02/23/rusya-ukrayna-krizinin-tarima-etkileri/\)](https://www.tarimdunyasi.net/2022/02/23/rusya-ukrayna-krizinin-tarima-etkileri/)

Anonim 2.

[\(https://www.bbc.com/turkce/articles/cck2pleypvvo\)](https://www.bbc.com/turkce/articles/cck2pleypvvo)

Anonim 3.

[\(https://hektas.com.tr/tarimda-yeni-trend-sensorler/\)](https://hektas.com.tr/tarimda-yeni-trend-sensorler/)

Anonim 4.

[\(https://www.probiyotix.com/bacillus-subtilis-hakkinda-bilmeniz-gerekenler/\)](https://www.probiyotix.com/bacillus-subtilis-hakkinda-bilmeniz-gerekenler/)

Anonim 5.

[\(https://www.gubreler.com/leonardit-ve-etkileri_534.html\)](https://www.gubreler.com/leonardit-ve-etkileri_534.html)

Anonim 6. Dönmez. M.F. bitki gelişimini uyarıcı kök bakterileri(Plant Growth Promoting Rhizobacteria; PGPR) Ders notu
 [\(https://www.igdir.edu.tr/Addons/Resmi/uploads/files/bi%CC%87tki%CC%87-geli%CC%87s%CC%A7i%CC%87mi%CC%87ni%CC%87-uyaran-ko%CC%88k-bakteri%CC%87leri%CC%87-mesude-figendo%CC%88nmez.pdf\)](https://www.igdir.edu.tr/Addons/Resmi/uploads/files/bi%CC%87tki%CC%87-geli%CC%87s%CC%A7i%CC%87mi%CC%87ni%CC%87-uyaran-ko%CC%88k-bakteri%CC%87leri%CC%87-mesude-figendo%CC%88nmez.pdf)

Anonim 7.

[\(https://tr.wikipedia.org/wiki/Mikroorganizma\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/Mikroorganizma)

Anonim 8.

(<https://www.hurriyet.com.tr/egitim/okaryot-hucre-nedir-ve-ozellikleri-nelerdir-okaryot-hucre-yapisinin-organelleri-ve-okaryot-hucre-yapisina-sahip-canlilar-41828870>)

Arslan, A., Baş, M. (2020). “Yarasa gübresi (Guano)”, *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, vol. 9, no. 1, pp. 478–486, 2020, doi: 10.17798/bitlisfen.672835.

Ateş, K. A., Demirkıran, A. R., İnik, O. (2019).Toprağa bazı doğal ve yapay gübre ilavelerinin çilek bitkisinin verim parametreleri üzerine olan etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi* 8 (2):23-28.

Aygün, Y., & Acar, M. (2004).Organik gübreler ve önemi. *Hasat Dergisi*, 228, 68-72.

Aydın Can, B., Ünal, M., Can, O. (2019). Farklı yarasa gübresi uygulamalarının marul yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkileri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi* , 5 (1) , 18-24 . DOI: 10.24180/ijaws.481660

Barker, G., Goucher, C. (2015). The Cambridge world history, a world with agriculture, Volume II. *Cambridge University Press*, England.

Bellitürk, K. (2018). Some Evaluations about Use of Vermicompost in Agricultural Activity of Thrace Region, Turkey: A Review. *Journal of Rice Research*, 6, 193.

Berg, G. (2009). Plant-microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. *Applied Microbiology and Biotechnology* 84: 11–18

Benitez, T., Rincon, A.M., Limon, M.C., Codon, A.C. (2004). Biocontrol mechanisms of Trichoderma strains. *Int. Microbiology* 7: 249–260

Bhushan, B. M. (2020). Agriculturally Important Microorganisms: Mechanisms and Applications for Sustainable Agriculture. [New India Publishing Agency] Nıpa.

Borkar, S.G. (2015). Microbes as biofertilizers and their production technology, Woodhead Publishing India Pvt. Ltd., 218p.

- Broadbent, P., Baker, K.F., Franks, N., Holland, J.** (1977). Effect of bacillus spp on increased growth of seedlings in steamed and in nontreated soil. *phytopathology*,67,1027-1034.
- Cema,** (2017). Digital farming: What does it Really Mean. <http://cema>
- Christner, BC., Morris, CE., Foreman, CM., Cai, R., Sands, DC.** (2008). Ubiquity of biological ice nucleators in snowfall. *Science*. 319 (5867).s. 1214.
- Contreras-Cornejo, H.A., Macías-Rodríguez, L., CortésPenagos, C., López-Bucio, J.** (2009). Trichoderma virens a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in Arabidopsis. *Plant Physiology* 49: 1579–1592
- Çetin, E. S., Daler, S., Bayoğlu, B.** (2018). Bazi Amerikan asma anaçlarında farklı kireç konsantrasyonlarında Pgpr uygulamalarının etkileri. *Bahçe* 2018, 47(Özel Sayı 1), 525-536, 525.
- Çelik, E., Çolak, A. M.** (2022). *Anadolu* (1300-0225) , Vol. 32 Issue 1, p50-61.
- Dai, Z., Su, W., Zhao, H., Yu, M., Yu, L., Brookes, P., Xu, J., Chen, H., Schadt, C. W., Barberán, A., Chang, S. X.** (2018). Long-term nitrogen fertilization decreases bacterial diversity and favors the growth of Actinobacteria and Proteobacteria in agro-ecosystems across the globe. *Global Change Biology*, 24(8), 3452-3461–3461.
- Dernek, Z.** (2006). Cumhuriyet'in Kuruluşundan Günümüze Tarımsal Gelişmeler. *Ziraat Fakültesi Dergisi* , 1 (1) , 1-12 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/sduzfd/issue/50296/317627>
- Dobbelaere, S., Croonenborghs, A., Thys, A., Ptacek, D., Vanderleyden, J., Dutto, P., Labandera-Gonzalez, C., CaballeroMellado, J., Aguirre, J.F., Kapulnik, Y., Brener, S., Burdman, S., Kadouri, D., Sarig, S., Okon, Y.** (2001). Responses of agronomically important crops to inoculation with Azospirillum. *Aust J Plant Physiol*.28, 871-879.
- Durukan, H., Demirbaş, A., & Tutar, U.** (2019). Katı ve sıvı vermikompost uygulamalarının domates bitkisinin verimine ve besin elementleri

alımına etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(7), 1069-1074.

Edwards, C.A. (2004). *Earthworm Ecology* (second edition). CRC Press, Boca Raton, FL, London, New York, Washington. 448 pp.

Er, C., Kodaş, R. (2012). Tahıllarda organik yetiştiricilik. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2012, 26(1), 103-116.

Eraktan, G., (1988). Türkiye’de tarım ve tarım kesimine yönelik politikalar ve at karşısındaki durumu, Alkar Matbaacılık, Ankara.

Eraslan, F., İnal, A., Güneş, A., Erdal, İ., & Coşkan, A. (2010). Türkiye’de kimyasal gübre üretim ve tüketim durumu, sorunlar, çözüm önerileri ve yenilikler. *Tmmob ziraat mühendisleri odası, ziraat mühendisliği vii. Teknik kongresi, 11*, 15.

Erdal İ. vd. (2018). Farklı Hayvan Gübrelerinin Domatesin Gelişimi ve Mineral Beslenmesine Etkisi” *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı, 295-302.

FAO (2016). *Fertilizer requirements in 2015 and 2030*, pp. 25, Roma.

Follet, R.H., Murphy, L.S., Donahue, R.L. (1981). *Fertilizers and Soil Amendments: Pretince-Hall, New Jersey.*

De Freitas, J.R., Germida, J.J. (1991). *Pseudomonas-cepacia and Pseudomonas-putida as winter-wheat inoculants for biocontrol of Rhizoctonia solani.* *Can J Microbiol.* 37, 780-784.

Gentili, F., Jumpponen, A. (2005). Potential and possible uses of bacterial and fungal biofertilizers, *Handbook of Microbial Biofertilizers, Food Products.* The Haworth Press, Inc, New York • London • Oxford p 1-28.

Gerçekçioğlu, R. (2018). Bitki büyümesini teşvik edici Rizobakteri (PGPR) uygulamasının eşme ayva çeşidinde (*Cydonia vulgaris* l.) verim ve meyve özellikleri üzerine etkileri ss. 209 – 216.

Huang, J., Yang, G. (2017). Understanding recent challenges and new food policy in China. *Glob. Food Secur.* 119–126.

- İmamoğlu, S.** (2019). Farklı leonardit uygulamalarının fasulye verim ve kalitesine etkisi. *Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Kahraman, H.** (2017). Endüstri 4.0'la Birlikte Gelen Akıllı Tarım. <http://www.endustri40.com/endustri-4-0la-birlikte-gelen-akillitarim/>.
- Kapoor, R., Giri, B., Mukerji, K.G.** (2002) Mycorrhization Of Coriander (Coriandrum Sativum L.) To Enhance The Concentration And Quality Of Essential Oil. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 82:339–342.
- Karlıdağ, H., Kutsal, F., Karaat ve T. Kan.** (2021). Bazı organik preparat uygulamalarının Hacihaliloğlu kayısı çeşidinde meyve dökümü, kalitesi ve verimi üzerine etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 25 (1):92-99.
- Kashem, M.A. ve Singh, B.R.** (2002). The effect of fertilizer additions on the solubility and plant-availability of Cd, Ni and Zn in soil. *Nutr Cycl Agroecosyst* 62: 287–296.
- Karakoç, İ.** (2004). Meyvecilikte ekolojik tarım uygulamaları. An.Ü. Fen Bilimleri Ens.,Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı,Tezsiz Y.L Dönem Projesi,Ankara.
- Kaya, M.B.** (2010). Toprak Gübrelemede Organik Madde, Fosfor ve Potasyum Parametre Kontrol Sistemlerinin Bulanık Mantık ile Tasarımı ve Modellenmesi, *Süleyman Demiral Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Isparta.
- Kılavuz, E., Erdem, İ.** (2019). Dünyada Tarım 4.0 Uygulamaları ve Türk Tarımının Dönüşümü . *Social Sciences* , 14 (4) , 133-157 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/nwsasocial/issue/49791/511386>
- Kibar, B.,** (2020). Effects of microbial fertilizer application on germination and seedling growth in lettuce and white head cabbage, december.
- Khaosaad, T., Vierheilig, H., Nell, M., Zitterl-Eglseer, K. and Novak, J.** (2006). Arbuscular mycorrhiza alters the concentration of essential oils in oregano (*Origanum sp.*, Lamiaceae). *Mycorrhiza*, 16: 443–446.

- Karpouzas, D.G., Fotopoulou, A., Menkissoglu-Spiroudi, U. ve Singh, B.K.** (2005). Nonspecific biodegradation of the organophosphorus pesticides, cadusafos and ethoprophos, by two bacterial isolates. *FEMS Microbiology Ecology*, 53(3), 369-378.
- Kocabaş I., Sönmez, İ., Kalkan, H., Kaplan, H.** (2007). farklı organik gübrelerin adaçayı (*Salvia Fructicosa* Mill.)’nın uçucu yağ oranı ve bitki besin maddeleri içeriğine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1): 105-110.
- Kong, X.Z., Zhang, C., Zhang, X.R.** (2018). Change of factor endowment and improvement of organic composition of agricultural capital: An explanation of China’s agricultural development path since 1978. *Manag. World* 2018, 34, 147–160.
- Kokalis-Burella, N., Vavrina, E.N., Roskopf, E.N., Shelby, R.A.** (2002). Field evaluation of plant growth promoting rhizobacteria amended transplant mixes and soil solarization for tomato and pepper production in Florida. *Plant Soil*, 238, 257-266.
- Kumar, V., Khan, M.R., Walia, R.K.** (2020). Crop loss estimations due to plant-parasitic nematodes in major crops in India. *Natl Acad Sci Lett* 43:409–412.
- Kurt, H., Ekici, G.,** (2013). What Is A Virus? Prospective Biology Teachers' Cognitive Structure on the Concept of Virus Vol. 5 Issue 3, p736-756. 21p.
- Hamaoui, B., Abadi, J.M., Burdman, S., Rashid, A., Sarig, S., Okon, Y.** (2001). Effects inoculation with *Azospirillum brasilense* on chickpeas (*Cicer arietinum*) and faba beans (*Vicia faba*) under different growth conditions. *Agronomie*, 21, 553-560.
- H. Liu, X. Zhong, Y. Huang, C. Qiao, C. Shao, R. Li and Q. Shen.** (2018). “Production of Free Amino Acid and Short Peptide Fertilizer from Rapeseed Meal Fermentation Using *Bacillus flexus* NJNPD41 for Promoting Plant Growth”, *Pedosphere*, vol. 28 , pp. 261-268.

- Palta Ş., Demir S., Şengönül K., Kara Ö., Şensoy H.** (2020). Arbüsküler Mikorizal funguslar (AMF) bitki ve toprakla ilişkileri, mera islahındaki önemleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*.
- Parlak, S., Yılmaz, M., Özgün, O.** (2018). Biyogübre uygulamasının Cupressus arizonica ve Acer saccharum L. fidanlarının bazı morfolojik özelliklerine etkisi. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 5 (2), 117-122.
- Pekcan T., Çolak Esetlili B., Turan H. S., Aydoğdu E.** (2018). Leonardit Kökenli Organik Materyallerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2018, Cilt 32, Sayı 1, 31-41.
- Polat, H.** (2020). Türkiye’de kimyasal azotlu gübre tüketim durumunun ve toprak analizi zorunluluğunun azotlu gübre kullanımına etkilerinin değerlendirilmesi . *Toprak Su Dergisi* , 9 (2) , 60-71.
- Reddy, M.S., Rahe, J.E.** (1989). Growth effects associated with seed bacterization not correlated with populations of Bacillus-subtilis inoculant in onion seedling rhizospheres. *Soil Biol Biochem*,21 (3): 373-378.
- Rybicki, E.P.** (1990). The classification of organisms at the edge of life, or problems with virus systematics. *S Aft J Sci* 86:182-186.
- Schmidt, M. W., M. S. Torn, S., Abiven, T., Dittmar, G., Guggenberger, I. A., Janssens, P.** (2011). Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. *Nature* 478 (7367):49-56.
- Schultz. R.C., Colletti J.P., Faltonson R.R.** (1995). Agroforestry opportunities for the United States of America. *Agrofor Syst* 31:117-142.
- Sharma, A. K.** (2002). Biofertilizers for Sustainable Agriculture. *Agrobios,India* 407p.
- Siddiqi, Z. A.** (2006). PGPR: Prospective biocontrol agents of plant pathogens. In *PGPR: Biocontrol and biofertilization*, 111–42. Dordrecht, The Netherlands: Springer

- Soylu, S., Boyraz, N., Zengin, M., Sahin, M., Kaya, A., Kutluca, M.C., Sener, M., Unal, Y.** (2010). Konya İlinde Kırsal Kalkınma İçin Örnek Uygulama: Altınekin Modeli (Bitkisel Üretimde İyi Tarım Uygulamaları), *Uluslararası Bölgesel Kalkınma Sempozyumu*, 07 – 09 Ekim 2010, s. 291 – 302, Yozgat.
- Şahin, G.** (2016). "Türkiye'de Gübre Kullanım Durumu ve Gübreleme Konusunda Yaşanan Problemler". *Tarım Ekonomisi Dergisi* 22: 19-32.
- Şevik, M.A.** (2011) Topraksız Tarımda (Hidroponik Kültür) Bitki Patojeni Virüsler *Anadolu Tarım Bilim. Derg.*, 26(2):176-180.
- Tabatabaei, F.S., Saedizadeh, A.** (2017). Rhizobacteria cooperative effect against in rhizosphere of legume seedlings. *Hellenic Plant Protect J* 10:25–34.
- Tanrıvermiş, H.** (2000). Orta Sakarya Havzası'nda Domates Üretiminde Tarımsal İlaç Kullanımının Ekonomik Analizi, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayın No: 42, Ankara.
- Tokatlıoğlu, M., Selen, U. & Leba, R.** (2018). Küreselleşme Sürecinde Tarımın Stratejik Önemi Ve Tarımsal Arz Güvenliğinin Sağlanmasında Devletin Rolü . *Journal Of Life Economics* , 5 (4) , 151-176.
- Turner, J.T., Backman, P.A.** (1991). Factors relating to peanut yield increases after seed treatment with *Bacillus subtilis*. *Plant Dis.* 75, 347-353.
- Tutar, U.** (2012) Eiseia Fetida türü toprak solucanlarından elde edilen farklı ekstraktların bitki patojenleri üzerindeki antibakteriyel ve antifungal aktivitelerinin araştırılması “*Doktora Tezi*” ss.40-47.
- Tüik** (2022) tarımsal girdi fiyat endeksi, ekim 2022.
- Türkmen, Ö., Şensoy, S., Dursun, A., Demir, S.,** (2005), Effects of arbuscular mycorrhizal fungus and humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions, *Journal of Biological Sciences*, 5 (5), 568-574.

- Ulus, F., Yavuzaslanoğlu, E.** (2017). “Örtü Altı Organik Domates Yetiştiriciliğinde Farklı Gübre Uygulamalarının Bitki Yeşil Aksamı ve Meyve Verimine Etkisi; The Effect of Different Fertilizer Applications on Plant and Fruit Yield in Greenhouse Organic Tomato Growing,” January.
- Woese, C., Kandler, O., Wheelis, M.** (1990). Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. *Proc Natl Acad Sci U S a.* 87 (12). ss. 4576-9.
- Wolska, K.** (2003). Horizontal DNA transfer between bacteria in the environment. *Acta Microbiol Pol.* 52 (3). ss. 233-43.
- Yaman, H., Sungur, O., Dulupçu, M. A.** (2021). Dünyada Tarım ve Hayvancılığın Dönüşümü: Teknolojiye Dayalı Uygulamalar ve Devrimler. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 27(2), 123.
- Yıldız, A.** (2009). Mikoriza ve arbusküler mikoriza bitki sağlığı ilişkileri. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1): 91-101.
- Zhang, Q.** (2016). Precision agriculture technology for crop farming. CRC Press. Taylor & Francis Group. London. New York