



**ORGANİK VE İNORGANİK GÜBRELERİN
KURU VE SULU KOŞULLARDA ASİR
(*Carthamus tinctorius* L.)'İN VERİM, VERİM
UNSURLARI VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Gültay AYÇİÇEK

**Doktora Tezi
Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı
Prof. Dr. Erdoğan ÖZTÜRK
2026
(Her hakkı saklıdır)**

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

**ORGANİK VE İNORGANİK GÜBRELERİN KURU VE SULU KOŞULLARDA
ASPIR (*Carthamus tinctorius* L.)'İN VERİM, VERİM UNSURLARI VE KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

(The Effect of Organic and Inorganic Fertilizers on Yield, Yield Components and Quality of
Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in Irrigated and Non-irrigated Conditions)

DOKTORA TEZİ

Gültay AYÇİÇEK

Danışman: Prof. Dr. Erdoğan ÖZTÜRK

Erzurum

Ocak, 2026

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI

**ORGANİK VE İNORGANİK GÜBRELERİN KURU VE SULU KOŞULLARDA
ASPIR (*Carthamus tinctorius* L.)'İN VERİM, VERİM UNSURLARI VE
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Prof. Dr. Erdoğan ÖZTÜRK danışmanlığında, Gültay AYÇİÇEK tarafından hazırlanan bu çalışma, 15/01/2026 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Endüstri Bitkileri Bilim Dalı'nda Doktora tezi olarak oybirliği (5/5) ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Hakan ÖZER <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. Erdoğan ÖZTÜRK <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI <i>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Taşkın POLAT <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. Fırat SEFAOĞLU <i>Kastamonu Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır

Enstitü Yönetim Kurulunun
.../.../.... tarih ve
sayılı kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Aslı ıslak imzalıdır
Prof. Dr. Alper NUHOĞLU
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.

Proje No: FDK-2022-10909



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Natural and
Applied Sciences

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Doktora Tezi olarak Prof. Dr. Erdoğan ÖZTÜRK danışmanlığında sunulan “**ORGANİK VE İNORGANİK GÜBRELERİN KURU VE SULU KOŞULLARDA ASPİR (*Carthamus tinctorius* L.)’İN VERİM, VERİM UNSURLARI VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	28	30
Kuramsal Temeller	21	30
Materyal ve Metot	31	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	8	20
Sonuçlar ve Öneriler	10	20
Tezin Geneli	14	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5’den büyük olmaması gerekir.

Sunulan bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ettiğimizi beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Gültay AYÇİÇEK	Prof. Dr. Erdoğan ÖZTÜRK
23.1.2026	23.1.2026
İmza: Aslı ıslak imzalıdır	İmza: Aslı ıslak imzalıdır

* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Araştırma konusunun seçilmesinden son aşamasına kadar hiçbir zaman beni yalnız bırakmayan, kendisine danıştığım her an bana zamanını ayıran, sabır ve büyük bir ilgiyle bana her konuda yardımcı olmak için elinden geleni yapan ve gelecekteki mesleki hayatımda da bana yol gösterici olacağını düşündüğüm değerli hocam Sayın Prof. Dr. Erdoğan ÖZTÜRK (Atatürk Üniv. Zir. Fak. Tarla Bitkileri Böl.)’e, tezimin her aşamasında yakın ilgi ve desteğini gördüğüm hocalarım Sayın Prof. Dr. Hakan ÖZER (Atatürk Üniv. Zir. Fak. Tarla Bitkileri Böl.), Sayın Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI (Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Zir. Fak. Tarla Bitkileri Böl.), Sayın Prof. Dr. Ertan YILDIRIM (Atatürk Üniv. Zir. Fak. Bahçe Bitkileri Böl.), Sayın Prof. Dr. Taşkın POLAT, Prof. Dr. Mehmet Kerim GÜLLAP (Atatürk Üniv. Zir. Fak. Tarla Bitkileri Böl.), Doç. Dr. Fırat SEFAOĞLU (Kastamonu Üniv. Müh ve Mim Fak. Genetik ve Biyomüh. Böl.), Arş. Gör. Dr. Zehra TOKTAY (Atatürk Üniv. Zir. Fak. Tarla Bitkileri Böl.)’a ve arkadaşlarıma, arazi çalışmalarımnda desteklerini esirgemeyen Bitkisel Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü ve personeline teşekkür ederim.

Beni bugünlere getiren, yetiştiren, benden maddi manevi hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, bu hayattaki en büyük şansım olan annem Soltanbibi SEYYED’e ve babam Hajygeldi MOSBER’e, tezim süresince sabır, anlayış ve fedakarlıklarla beni destekleyen ve her zaman yanımda olan sevgili eşim Kadir AYÇİÇEK ile çocuklarım Talia Karaca ve Aybars Karan’a sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Gültay AYÇİÇEK

ÖZET

DOKTORA TEZİ

ORGANİK VE İNORGANİK GÜBRELERİN KURU VE SULU KOŞULLARDA ASPİR (*Carthamus tinctorius* L.)'İN VERİM, VERİM UNSURLARI VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Gültay AYÇİÇEK

Danışman: Prof. Dr. Erdoğan ÖZTÜRK

Amaç: Bu araştırma, farklı organik gübreler ile kimyasal gübrelerin tek başına ve belirli oranlarda karıştırılarak kuru ve sulu şartlarda uygulanmasının aspir bitkisinin gelişmesine, verimine ve kalitesine etkilerini belirlemek amacıyla 2022 ve 2024 yıllarında Erzurum'da yürütülmüştür.

Yöntem: Araştırmada Dinçer aspir çeşidi kullanılmıştır. Deneme, Atatürk Üniversitesi Bitkisel Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi deneme sahasında kuru ve sulu koşullarda "Tesadüf Blokları" deneme deseninde üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Organik gübreler (sığır, tavuk ve solucan) ve kimyasal gübreler (azot ve fosfor) belirlenen sabit dozlarda tek başına ve azot + fosfor kombinasyonunda %50 azaltılarak organik gübrelerin tam dozlarıyla birlikte uygulanmıştır. Araştırmada bitki boyu, dal sayısı, sap çapı, tabla çapı, tabla başına tohum sayısı, bin tane ağırlığı, tohum verimi, yağ ve protein oranı ile yağ verimi incelenmiştir.

Bulgular: Gübre uygulamalarının, incelenen karakterlerin büyük bölümü üzerine istatistiksel olarak önemli etkiler oluşturduğu belirlenmiştir. Denemenin her iki yetiştirme ortamında da bitki boyu, dal sayısı, sap çapı, tabla çapı, tabla başına tohum sayısı, bin tane ağırlığı, tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi gibi temel büyüme ve verim bileşenlerinin çoğunda gübre uygulamaları arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Bununla birlikte, yağ oranı sulu ve kuru koşullarda, dal sayısı ise sulu koşullarda yıl etkisi yönünden önemsiz bulunmuş, bu karakterler dışında kuru ve sulu koşullarda diğer tüm özelliklerin yürütüldüğü yıllar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık tespit edilmiştir.

Sonuç: Kuru koşullarda yürütülen iki yıllık değerlendirmede uygulamalar arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmış ve birçok karakterde en yüksek değerler organik gübre uygulamalarından elde edilmiştir. Yıllar ortalamasına göre bitki boyu G2 (%100 azot, 71,0 cm), dal sayısı G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 5,0 adet), tabla çapı G4 (%100 sığır gübresi, 24,3 mm), tabla başına tohum sayısı G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi, 33,5 adet) ve bin tane ağırlığı G1 (%100 NP, 50,1 g) uygulamalarında en yüksek düzeyde bulunmuştur. Verim parametreleri incelendiğinde, G4 (%100 sığır gübresi) uygulaması hem tohum (261,8 kg/da) hem de yağ verimi (71,6 kg/da) ile en yüksek değerlere ulaşmıştır. Yağ oranı bakımından en yüksek değer G3 (%100 fosfor, %29,0) uygulamasında tespit edilmiştir. Sulu koşullarda ise bitki gelişimi ve verim bileşenleri üzerinde mineral azotlu gübrelemenin belirgin etkisi görülmüştür. Yıllar ortalamasına göre bitki boyu G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi, 78,1 cm), dal sayısı G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 5,0 adet), sap (7,3 mm) ve tabla çapı (24,9 mm) G2 (%100 azot), tabla başına tohum sayısı G4 (%100 sığır gübresi, 36,5 adet) ve bin tane ağırlığı G1+G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 51,2 g) uygulamalarında en yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Verim parametreleri açısından tohum (285,8 kg/da) ve yağ (73,6 kg/da) verimleri G2 (%100 azot) tüm uygulamaların üzerinde yer almıştır. Yağ oranı bakımından en yüksek değer G3 (%100 fosfor, %28,5) uygulamasında belirlenmiştir. Sulu (%21,0) ve kuru (%17,0) koşullarda en yüksek protein oranı ise G1 + G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) uygulamasından elde edilmiştir.

Bu bulgular doğrultusunda kuru koşullarda %100 sığır gübre (G4) uygulaması öne çıkarken, sulu koşullarda %100 azot (G2) en uygun gübre uygulaması olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca kimyasal gübre kullanımının azaltılmak istendiği durumlarda G1+G4 ve G1+G5 gibi organik destekli kombinasyonlar tamamlayıcı seçenekler olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Aspir, *Carthamus tinctorius* L., organik, inorganik, gübreleme, kuru, sulu, verim, verim unsurları, kalite

Ocak 2026, 107 sayfa

ABSTRACT

PhD THESIS

THE EFFECT OF ORGANIC AND INORGANIC FERTILIZERS ON YIELD, YIELD COMPONENTS AND QUALITY OF SAFFLOWER (*Carthamus tinctorius* L.) IN IRRIGATED AND NON-IRRIGATED CONDITIONS

Gültay AYÇİÇEK

Supervisor: Prof. Dr. Erdoğan ÖZTÜRK

Purpose: This study was conducted in Erzurum during the 2022 and 2024 growing seasons to determine the effects of different organic fertilizers and chemical fertilizers, applied alone or in specific combinations, on the growth, yield, and quality of safflower under non-irrigated and irrigated conditions.

Method: The Dinçer safflower cultivar was used in the research. The experiment was conducted in the trial fields of the Plant Production Application and Research Centre at Atatürk University under non-irrigated and irrigated conditions using a Randomized Complete Block Design with three replications. Organic fertilizers (cattle manure, poultry manure, and vermicompost) and chemical fertilizers (nitrogen and phosphorus) were applied at fixed, fixed doses, either alone or in combination with reduced rates of nitrogen and phosphorus together with full doses of organic fertiliser. The following were evaluated: plant height, number of branches, stem diameter, head diameter, number of seeds per head, thousand-seed weight, seed yield per decare, oil content, and oil yield.

Findings: It was determined that fertilizer applications had a statistically significant effect on the majority of the most examined traits. In both cultivation environments, significant differences among fertilizer treatments were observed in most of the fundamental growth and yield components, including plant height, number of branches, stem diameter, head diameter, number of seeds per head, thousand-seed weight, seed yield, oil content, and oil yield. However, oil content under both irrigated and non-irrigated conditions, as well as branch number under irrigated conditions, were found to be statistically non-significant with respect to year effects. Apart from these traits, statistically significant differences were detected across years for all other characteristics under both irrigated and non-irrigated conditions.

Results: Significant differences were observed among the treatments in the two-year evaluation conducted under rainfed conditions. The highest values for many traits were obtained from the application of organic fertilizer. The highest values were recorded for plant height in G2 (100% nitrogen; 71.0 cm); number of branches in G1 + G4 (50% NP + 100% cattle manure; 5,0), head diameter in G4 (100% cattle manure, 24,3 mm); number of seeds per head in G1 + G6 (50% NP + 100% vermicompost, 33,5), and thousand-seed weight in G1 (100% NP; 50,1 g). In terms of yield parameters, G4 (100% cattle manure) achieved the highest seed yield (261,8 kg da⁻¹) and oil yield (71,6 kg da⁻¹). The maximum oil content value was obtained from G3 (100% phosphorus, 29,0%). Under irrigated conditions, mineral nitrogen fertilizer had a more significant effect on plant growth and yield components. Based on the two-year average, the highest values were recorded for plant height in G1+G6 (50% NP + 100% vermicompost, 78,1 cm); number of branches per plant in G1+G4 (50% NP + 100% cattle manure, 5,0 branches), and stem diameter (7,3 mm) and head diameter (24,9 mm) in G2 (100% nitrogen). G4 (100% cattle manure) had the highest number of seeds per head (36,5 seeds), while G1+G5 (50% NP + 100% poultry manure) had the highest thousand-seed weight (51,2 g). In terms of yield parameters, G2 (100% nitrogen) resulted in the highest seed yield (285,8 kg da⁻¹) and oil yield (73,6 kg/da). The highest oil content under irrigated conditions was recorded in G3 (100% phosphorus, 28,5%). Under both irrigated (21,0%) and rainfed (17,0%) conditions, the highest protein content was recorded in the G1 + G6 treatment (50% NP + 100% vermicompost).

Based on these findings, 100% cattle manure (G4) is recommended as the primary fertilization strategy for non-irrigated conditions, whereas 100% nitrogen (G2) is the most effective option for irrigated conditions. Furthermore, if a reduction in chemical fertiliser usage is desired, organic combinations such as G1+G4 or G1+G5 can be considered as complementary alternatives.

Keywords: Safflower, *Carthamus tinctorius* L., organic, inorganic, fertilizers, irrigated, non- irrigated, yield, yield components, quality

January 2026, 107 pages

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	6
MATERYAL ve YÖNTEM	16
Materyal	16
Deneme yeri	16
Araştırmada kullanılan aspir çeşiti.....	16
Araştırma sahasının iklim ve toprak özellikleri	16
Araştırmada kullanılan gübre	18
Yöntem.....	19
Deneme deseni	19
Gübreleme	19
Ekim öncesi ve sonrası yapılan işlemler	20
Toprağın dikime hazırlanması.....	20
Ekim	20
Bakım	21
Hasat.....	21
Sonuçların Değerlendirilmesi.....	22
Bitki Boyu (cm)	22
Bitki başına dal sayısı (adet/bitki)	22
Sap çapı (mm)	22
Tabla çapı (mm)	22
Tabla başına tane sayısı (adet)	22
Bin tane ağırlığı (g)	22
Tohum verimi (kg/da)	23
Yağ oranı (%) ³	23

Protein oranı (%)	23
Yağ verimi (kg/da)	23
ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	24
Bitki Boyu (cm)	24
Bitki başına dal sayısı (adet/bitki)	29
Sap çapı (mm)	34
Tabla çapı (mm)	39
Tabla başına tohum sayısı (adet)	42
Bin tane ağırlığı (g)	45
Tohum verimi (kg/da)	50
Yağ oranı (%)	56
Protein oranı (%)	61
Yağ verimi (kg/da)	63
SONUÇ ve ÖNERİLER	70
KAYNAKÇA	76
ÖZGEÇMİŞ	93

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Erzurum İlinin 2000-2021 Yıllar Ortalaması İle 2022 ve 2024 Yıllarına Ait Bazı Önemli İKLİM verileri	17
Tablo 2. Deneme Alanı Toprak Özellikleri	18
Tablo 3. Denemede Ele Alınacak Gübre Materyalleri ve Uygulama oranları.....	19
Tablo 4. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Bitki Boyuna (cm) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları	25
Tablo 5. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Dal Sayısına (adet) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları	31
Tablo 6. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Sap Çapına (mm) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları.....	35
Tablo 7. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Tabla Çapına (mm) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları.....	40
Tablo 8. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Tabla Başına Tohum Sayısına (adet) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları .	43
Tablo 9. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Bin Tane Ağırlığına (g) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları	47
Tablo 10. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Dekara Verimine (kg) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları.....	51
Tablo 11. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Yağ Oranına (%) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları	57
Tablo 12. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Protein Oranına (%) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları.....	62
Tablo 13. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Yağ Verimine (kg/da) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları	65

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Deneme alanının kuşbakışı görüntüsü	16
Şekil 2. Gübrelerin paresellere dağıtımı.....	20
Şekil 3. Ekimi yapılan bitkilerin çıkışları.....	20
Şekil 4. Aspir bitkisi bakım ve hasat.....	21
Şekil 5. Kuru ve sulu koşullarda aspir bitkisine uygulanan gübre çeşitleri ve bunların farklı uygulamalarının deneme yıllarına göre bitki boyuna etkisi	29
Şekil 6. Kuru koşullarda aspir bitkisine uygulanan gübre çeşitleri ve bunların farklı uygulamalarının deneme yıllarına göre dal sayısına etkisi.....	34
Şekil 7. Kuru ve sulu koşullarda aspir bitkisine uygulanan gübre çeşitleri ve bunların farklı uygulamalarının deneme yıllarına göre sap çapına etkisi.....	39
Şekil 8. Sulu koşullarda aspir bitkisine uygulanan gübre çeşitleri ve bunların farklı uygulamalarının deneme yıllarına göre tabla çapına etkisi	42
Şekil 9. Kuru ve sulu koşullarda aspir bitkisine uygulanan gübre çeşitleri ve bunların farklı uygulamalarının deneme yıllarına göre bin tane ağırlığına etkisi	50
Şekil 10. Kuru ve sulu koşullarda aspir bitkisine uygulanan gübre çeşitleri ve bunların farklı uygulamalarının deneme yıllarına göre dekara tane verimine etkisi.....	56
Şekil 11. Kuru ve sulu koşullarda aspir bitkisine uygulanan gübre çeşitleri ve bunların farklı uygulamalarının deneme yıllarına göre yağ oranına etkisi.....	61
Şekil 12. Kuru ve sulu koşullarda aspir bitkisine uygulanan gübre çeşitleri ve bunların farklı uygulamalarının deneme yıllarına göre yağ verimine etkisi	69

GİRİŞ

Aspir, yağ içeriği % 30-50 arasında değişen, sarı, kırmızı ve turuncu renkli çiçeklere sahip, dikenli ve dikensiz çeşitleri bulunan tek yıllık ve kuraklığa dayanıklı bir yağ bitkisidir (Gürsoy vd 2015). Hem kışlık hem de yazlık olarak yetiştirilebilen aspir bitkisinin, yarı kurak, toprak derinliği ve verimliliği az olan bölgelerde verimi yüksek olabilmektedir (Koç vd 2009). Ayrıca tohumlarında bulunan yağın yemeklik kalitesi yüksek olabildiği gibi, yarı kuruyan özelliğe sahip olması nedeniyle boya sanayiinde de fazlasıyla önemlidir (Yıldırım vd 2005). Aspir günümüz koşullarında oldukça sınırlı alanlarda üretilmesine rağmen, özellikle su isteğinin az olması, soya, kolza, ayçiçeği gibi yağlı tohumlu bitkilere nazaran kurak koşullarda daha yüksek verim sağlaması, değişen iklim koşullarına bağlı olarak azalan yağışlarda göz önüne alındığında ön plana çıkan ve günümüz koşullarında değerlendirilebilecek önemli bir bitkidir.

Aspir özellikle endüstriyel hammadde kaynağı olarak, süs bitkisi olarak ve biyoyakıt olarak kullanılır ayrıca gıda amaçlı kullanılan yüksek kaliteli iyi bir yağ kaynağıdır (Sehgal *et al.* 2009; Canavar *et al.* 2014). Çoğunlukla tıbbi amaçlar için kullanılan aspir, sebze ve yem bitkisi olarak değerlendirilmesinin yanı sıra boya endüstrisi için ve yemeklik yağ eldesi için yetiştirilen çok amaçlı bir bitkidir (Emongor 2010; Emongor *et al.* 2015). Aspir yağı, kandaki kolesterol seviyesini düşürmeye yardımcı olan zengin E vitamini, çoklu doymamış (linoleik asit) ve tekli doymamış (oleik asit) yağ asitleri kaynağıdır (Baydar ve Turgut 1999; Arslan *et al.* 2003). Aspir yağı margarinlerin ve salata yağlarının hazırlanmasında da kullanılır (Coşge vd 2007). Aspir tohumları vitaminler, mineraller ve tokoferoller bakımından zengindir (Velasco *et al.* 2005). Aspir çiçekleri ise gıda boyası dahil olmak üzere çeşitli boya ve ilaç sanayiilerinde kullanılır (İstanbulluoğlu 2009; Emongor 2010).

Aspir bitkisi, düşük su ve gübre isteği ile dünyanın kurak ve yarı kurak bölgelerinde ve marjinal arazilerinde yetiştirilebilmektedir (Hojati *et al.* 2011). Geçmişte sadece sınırlı alanlarda önemsiz bir bitki olarak değerlendirilen aspir günümüzde artan bir şekilde değer kazanmaktadır (Canavar *et al.* 2014). Bunun sonucu olarak tüm dünyada aspir bitkisinin üretim alanı ve verimliliğini artırmak için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır.

Aspir doğal olarak ılıman bölge bitkisidir fakat vejetatif ve generatif büyüme dönemlerinde sıfırın altına düşen sıcaklıklara ve -7 ile kar örtüsü altında -20 °C arasında gerçekleşen sıcaklık değişimlerine uyum sağlama kapasitesine sahiptir (Muhammad *et al.* 2020). Aspir bitkisi yaklaşık olarak dünyanın 60'tan fazla ülkesinde yaygın olarak

yetiştirilmektedir ve birçok abiyotik stres faktörüne karşı direnç göstermektedir. Hindistan, Çin, ABD, Etiyopya, Kenya, Meksika, Arjantin, Avustralya, Kanada, İtalya, İspanya, Türkiye, Irak, Suriye, Kazakistan, İran, Özbekistan, Fas, İsrail, Rusya ve Pakistan gibi ülkeler aspiden önemli seviyede ticari olarak faydalanan ülkelerdir (Emongor and Oagile 2017; Muhammad *et al.* 2020).

Aspir bitkisinin dünyada ekim alanı 2018 yılında 694,8 bin hektardır. Türkiye’de aspir bitkisinin ortalama verimi 2020 TÜİK bilgilerine göre 141,7 kg/da olarak dünya ortalamasının (90 kg/da) üzerindedir. Ülkemizde ekim alanına göre Ankara, Aksaray, Muş, Konya ve Nevşehir en fazla aspir yetiştiriciliği yapan ilk beş sırada yer alan illerimizdir (Yılmaz vd 2021). Dünya ülkelerine bakıldığında ise Kazakistan dünya aspir ekim alanının % 40,3’üne ve tohum üretiminin ise % 34,2’sine sahiptir, Amerika ise % 9,1’lik ekim alanı ile % 17’lik tohum üretimi sağlamaktadır (Yılmaz vd 2021)

Türkiye’nin ekolojik yönden aspir yetiştiriciliğine elverişli olması ve mekanizasyon sorununun olmaması, ayrıca bitkinin yağ kalitesinin yüksek olması gibi avantajlarından dolayı, ülkemizdeki yağ açığını kapatmaya veya azaltmaya yardımcı olabilecek bitkiler arasında ilk sıralarda yer almaktadır.

Giderek artan dünya nüfusunun beslenme ihtiyacını karşılayabilmek adına yeni arazilerin tarıma kazandırılması veya halihazırda bulunan tarım arazilerinin verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırmak gerekir. Günümüzde kullanılan tarım alanları artık son sınırdan olmasından dolayı daha verimli ve kaliteli ürün alabilmek özel üretim tekniklerinden faydalanmakla mümkün olabilmektedir. Aspirin verim potansiyelinin yükseltilmesinde ve kaliteli üretimin elde edilmesinde en etkili yol yetiştirme tekniklerinin doğru ve zamanında yapılmasından ve yetiştiricilik konularında bilimsel esaslara uymaktan geçmektedir.

Bitkisel üretimde aynı bitkilerin ard arda kullanılmasıyla toprakta oluşacak besin elementi dengesizliği ve yine yoğun tarım uygulamaları sonucu oluşacak besin elementi eksikliği gibi sorunlar, gübrelemenin uygun şekilde yapılmasıyla en aza indirilebilir. Dolayısıyla, nesiller boyu aktarılması gereken, sağlıklı ve verimli üretimin temelini oluşturan topraklarımızın korunması ve sürdürülebilirliği için uygun gübreleme uygulamalarının yapılması önem arz etmektedir.

Bitki büyüme ve gelişmesi için gerekli olan besin elementlerinin toprakta bulunmaması halinde, yetersiz ve zayıf bir bitki büyümesi olacağı gibi ürün kalitesi ve verimi de azalacaktır. Bitki yetiştiriciliğinde hem organik hem de inorganik gübrelerden faydalanılmaktadır. Tarımsal üretimde organik ve mineral gübrelerin etkin bir şekilde beraber kullanılması, gerek bitki verim

ve kalitelerindeki artış gerekse toprakta gerçekleşen mikrobiyal parçalanmalar neticesinde daha zararsız bileşiklerin oluşması sağlanmaktadır.

Tarımda yıllar boyu verim artışı gübre kullanımı ile sağlanmıştır. Fakat bu gübreler daha sonraları çoraklaşmaya, toprak yorgunluğuna ve daha önemlisi toprak canlılığın azalmasına neden olmuşlardır. Bu sebeple tarımda düzensiz ve uygun olmayan gübre kullanılması sonucu karşılaşılan olumsuzlukların giderilmesi için organik gübre kullanımına olan ilgi giderek artmaya başlamıştır.

Son yıllarda, kimyasal gübrelerin aşırı kullanımından kaynaklanan potansiyel çevre kirliliği ve yine üretici açısından düşünüldüğünde gübre maliyetlerinin artması dikkate alınması gereken önemli problemlerdendir. Bu hususlar göz önünde bulundurulduğunda, sürdürülebilir tarımla ilgili olarak organik gübre kaynaklarının kullanılması konusunda bir ilgi oluşmuştur (Maftoun *et al.* 2004). Ayrıca, son zamanlarda alternatif bitki besin kaynakları olarak atık ürünlerin kullanımına olan ilgide giderek artış göstermektedir (Pierzynski and Gehl 2005).

Organik gübreler toprak verimliliğini ve toprak yapısını iyileştirmede, erozyon kontrolünü sağlamak ve çeşitli besin maddelerinin temininde önemli rol oynamaktadır (Hossain *et al.* 2003; Jahiruddin *et al.* 2012; Haliru *et al.* 2015). Son zamanlarda küresel çevre sorunu olan kimyasal gübrelerin, kullanımının azaltılması ve böylece ürün kalıntılarının yeniden kullanılması gibi konular önemli hale gelmiştir. Organik tarım, çevre kirliliğinin önlenmesinde ve aynı zamanda daha yüksek ve sürdürülebilir üretimin sağlanması için oldukça uygun bir üretim şeklidir (Mondal *et al.* 2016). Yine organik gübreler toprak verimliliğini artırmakta ve çeşitli hastalık ve zararlılarla mücadelede ön plana çıkmaktadırlar (Abbasi *et al.* 2002; Litterick *et al.* 2004; Barker and Bryson 2006; Khadem *et al.* 2010). Öte yandan, sürdürülebilir tarım için tarım arazilerinde organik gübre kullanımı geniş çapta kabul görmektedir (Perez *et al.* 2007; Hargreaves *et al.* 2008).

Günümüzde, dünyanın çeşitli yerlerinde bitkisel üretimde kimyasalların kullanılması sonucu oluşan çevre kirliliği gibi sorunlar konusunda bilim adamları arasında artan bir farkındalık oluşmuş durumdadır.

Kimyasal gübrelerin uzun süre sürekli olarak kullanılması, mikro besin eksikliklerine neden olmanın yanı sıra, toprak organik maddesinin tükenmesini de hızlandırabilir. Yapılan çalışmalara göre ürenin ilk olarak topraklarda organik madde içeriğini azalttığı keşfedilmiştir (Satter 1972).

Dünyadaki bilim adamları kimyasallar gübrelere alternatif olarak, çevre kirliliğini azaltmak ve özellikle sağlıklı bitkisel ürünler elde etmek için çeşitli organik kökenli gübreler

geliştirmeye çalışmaktadırlar. Bu açıdan bakıldığında organik olarak birçok gübre üretilmekte ve pazarlanmaktadır.

Bahsedilen bu organik gübre formlarından biri olan solucan gübresi (vermikompost), organik bir maddenin solucan ve farklı canlı türlerin ortak hareketiyle parçalanmasını ve mineralleştirilmesini içerir. Bünyesinde bitki gelişiminde önemli olan enzimler, toprak antibiyotikleri, vitaminler, büyüme hormonları ve humik maddeler bulunduğu gibi, herhangi bir kimyasal ve hastalık yapıcı madde, parazit ve ot tohumları ve ağır metaller olmadığı içinde insan sağlığına zararlı bir etkisi bulunmamaktadır. Diğer bir hayvansal atık ve organik gübre kaynağı da kanatlı (tavuk) gübresidir. Tavuk gübresinin nem miktarı az ve kuru madde oranı yüksektir. Azot içeriği yönünden sığır gübresi, koyun gübresi ve diğer çiftlik gübrelerine göre avantajlıdır. Bu yüzden diğer birçok organik gübre çeşidine göre daha değerli ve daha yüksek içeriğine sahiptir. Tavuklar bünyelerine aldıkları gıdanın hepsini sindirmeden (%35–40'nı sindirmeden) dışarı atarlar ve böylece dışarı atılan dışkı gübre olarak yüksek kalitede bitki besinlerini içerir durumdadırlar. Ayrıca tavuk gübresinde bulunan azot miktarının yüksek olması bu gübreyi kullanırken daha fazla dikkat etmeyi gerektirir aksi takdirde yüksek miktarlarda veya direkt kullanıldığında bitkide yanma görülebilir.

Ahır gübresi de organik gübre kaynaklardan birisi olup, toprağın bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirebilecek özelliklere sahiptir. Ahır gübresi genellikle büyükbaş ve küçükbaş hayvanların altına serilen yataklıktan meydana gelmektedir. Toprağın yapısına olan olumlu etkilerinin yanı sıra, çeşitli besin elementlerini sağlayarak bitkilerin gelişmesine ve elde edilecek ürün miktarı üzerine olumlu etkilere sahiptirler. Ahır gübresi topraktaki mikroorganizma faaliyetini hızlandırır, toprağın su tutma kapasitesini ve havalanma özelliğini artırır, yüksek katyon değişim kapasitesi özelliği ile bitki besin maddelerinin toprakta tutulmasına yardımcı olur ve toprakları oluşabilecek ekstrem tuzluluk ve pH değişimlerine karşı dirençli kılar ve yine toprakta sıkışmanın oluşumunu engeller. Ayrıca bitki köklerinin mekanik engellerden daha az etkilenebilmesini sağlayarak daha kolay gelişmelerine yardımcı olur.

Kümes hayvanlarından sağlanan gübreler besin maddeleri açısından en zengin içeriğe sahipken sığır gübresi bu maddeler yönünden en fakir içeriğe sahip olan organik gübre olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca bu gübreler arasında at ve koyun gübreleri yer almaktadır. Koyun ve tavuktan sağlanan ahır gübresinin besin maddesi içeriği, sığır ve attan edilen gübrelerle kıyasla daha yüksektir.

Tarımsal üretimde bitkilerin en fazla nitrojen, fosfor ve potasyuma ihtiyacı bulunur ve bunlar temel besin maddeleri olarak kabul edilir. Bu besin maddeleri, aspir yetiştiriciliğinde de yaygın bir şekilde kullanılan gübrelerde en fazla bulunan elementlerdir. Ancak, aspir yetiştirilen

bazı alanlar bu besin maddelerini sağlıklı bir bitki gelişimi ile birlikte yüksek tane ve yağ verimi sağlamaya yetecek miktarda içermez. Bu şartlarda, birim alandan daha fazla tane ve yağ verimi elde etmek için inorganik gübre uygulamasıyla besin takviyesi yapılmalıdır. Fakat devamlı bir şekilde inorganik gübre kullanımı, toprağın ve bitki besin elementlerinin pH düzeyinde dengesizliğe yol açabilir.

Çevre kirliliğinin azaltılması ve topraklarının sürdürülebilirliğinin devamı açısından inorganik gübrelerinin kullanımının en aza indirilmesine ilave olarak, organik tarıma olan talebin artması da dikkate alındığında organik gübre kullanımının gerekliliği karşımıza çıkan bir gerçektir. Ülkemiz organik materyal kaynakları yönünden oldukça yeterli düzeyde olup, organik gübrelerin kullanılması ve hayvan gübreleri, sürdürülebilir tarımın temel öğeleri olarak önerilmektedir.

Ülkemizin dış ticaret açığı dikkate alındığında önemli paya sahip olan yağlı tohum, ham yağ ve yağlı tohum küspesi ithalatının ortadan kaldırılabilmesinde ayçiçeği, pamuk çiğiti, soya ve kolza gibi tarımı yapılan yağlı tohumlu bitkilerin üretiminin yapılamadığı bölgelerde alternatif yağ bitkileri tarımının geliştirilmesi gereklidir. Ülkemizde sulama imkanı bulunmayan alanlarda ayçiçeği, kolza ve soya gibi bitkilerin yetiştirilebileceği alan sınırlıdır. Dolayısıyla, aspir bitkisi nispeten soğuğa ve kurağa dayanıklı olduğu için kuru tarım alanlarında alternatif bir yağ bitkisi olarak yetiştirilebilme potansiyeline sahiptir (Arıoğlu vd 2010).

Araştırmanın Amacı

Bu araştırma ile hayvansal kaynaklı farklı organik gübre materyalleri ile azot ve fosfor gibi inorganik kaynakların gübre olarak kuru ve sulu şartlarda aspir bitkisinin gelişmesine ve verimine etkisi belirlenmeye, aspir üretiminde daha yüksek verim ve kaliteye sahip ürün elde etmek için hangi gübre formlarının daha uygun olacağı tespit edilmeye çalışılmıştır.

KURAMSAL TEMELLER

Besin elementlerinden kültür bitkilerinin yararlanma miktarlarını, bitki türü ve çeşidi, toprağın yapısı, nemi, organik ve besin madde içeriği, bölgenin iklim unsurları gibi faktörler ve ilave olarak gübrelerin veriliş formu, şekli, zamanı ve miktarı da etkilemektedir.

Gübre uygulamaları, toprağın su tutma kapasitesi ve terleme gibi fizyolojik süreçleri etkileyerek yaprak alanı ve kök derinliği gibi bitki morfolojik özellikleri aracılığıyla ürün verimliliğini etkilemektedir (Marschner 2012). Bununla birlikte, gübrelerin uygulanma sistemleri farklı bölgeler arasında önemli ölçüde farklılık göstermekte ve iklim koşullarından, bitki türlerinden ve bitki üretim sistemlerinden güçlü bir şekilde etkilenmektedir. Ayrıca, yağışlara dayalı olan tarım sistemlerinde, besin elementlerinin tespiti, yağış miktarı ve depolanan toprak nemi tarafından da belirgin şekilde belirlenebilmektedir (Ryan *et al.* 2012).

Yarı kurak bölgelerde, kuraklığın olumsuz etkisini azaltmak için, toprağın düşen yağış sularını tutması, bu suyun sonraki bitkiler tarafından kullanımı için mümkün olduğu kadar çok depolanması ve bitki köklerine nüfuz etmesi için uygun koşullara sahip olması gerekmektedir (Bot and Benites 2005).

Özellikle yüksek verimli bitkilerin fazlaca ihtiyaç duydukları besin gereksinimlerini karşılamak için yoğun kimyasal gübre uygulamasının Yeşil Devrim ile beraber başladığı sıklıkla tartışılmaktadır (Evenson and Gollin 2003). Kimyasal gübrelerin bitkisel üretimde bazı avantajları olmakla birlikte, fazlasıyla yıkanarak uzaklaşma olasılığı, üretimleri için yüksek enerji tüketimi ve maliyeti, toksik kimyasalların etkisi, bitkilerde istenmeyen seviyede vejetatif büyümeye ve toprakta depolanan suyun hızlıca tüketilmesine neden olması gibi olumsuz dezavantajları da mevcuttur (Oslen 1978).

Organik gübrelerin yarı kurak alanlarda bitki üretimi üzerindeki olumlu etkilerine dair birçok sonuç elde edilmiş olmasına rağmen, üreticilerin bitki verimini korumak adına kimyasal gübrelerin kısa vadeli olumlu etkilerine güvendikleri ve topraktaki organik maddenin korunmasına çok az dikkat ettikleri belirtilmektedir (Shirani *et al.* 2002).

Organik ürünlerin fiyatı yıl, mevsim ve kaliteye bağlı olarak normal geleneksel ürünlerden %30-100 kadar fazla olabilmekte ve tüketici tercihleri de bu oranlarda değişmektedir (Kumlay 2002; Seaman 2011). Organik tarım aynı zamanda toprak kirliliğinin

önlenmesi, verimde artışın sağlanması ve kaliteli ürünler elde edilmesi açısından da önemli bir faktördür.

Hayvansal gübreler, bitki besin maddesi içerikleri yanında toprakların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini iyileştirerek toprak verimliliğini etkilemektedir. Ayrıca hayvansal gübreler toprağın su tutma kapasitesini ve bitki besin elementlerinin yararlanılabilirliğini artırmakta, kireç ve gübre uygulamaları sonucu oluşan kimyasal değişikliklere karşı tamponlayıcı etkisi göstermektedir (Brohi *et al.* 1995). Yine uzun süre hayvansal gübre kullanımı, Cd içeriği yüksek topraklarda veya fosforlu gübrelemelerden sonra bitkilerin Cd alımını azaltabilmektedir. Dolayısıyla Cd birikiminin endişe kaynağı olduğu durumlarda sığır gübresinin mineral gübrelerden daha güvenli bir uzun vadeli P kaynağı olabileceği ve Cd biriktiren ürünlerin yetiştirilmesi için yararlı olabileceği vurgulanmaktadır (Bittman *et al.* 2010).

Çevre bilincinin ve sağlıklı yaşamın önem kazandığı günümüzde, organik bitki yetiştiriciliğine yönelik ağırlık kazanmıştır. Bitkisel ve hayvansal kökenli organik gübre kaynaklarının kimyasal gübrelerle alternatif olacak ya da onların miktarlarını azaltacak yönde tarımda kullanımları yaygınlaşmaktadır.

Bitki yetiştiriciliğinde bitki kalıntılarının ve organik gübrelerin kullanılması, yıllardır bilinen bir uygulama olmuştur (Lacko-Bartošová *et al.* 2005). Organik gübrelerin, düşük hacim ağırlıkları ile toprakta sıkışmayı önlediği, azot, fosfor ve kükürt başta olmak üzere birçok besin elementinin yararlanılabilirliğini artırarak bitkilerin ve toprak canlılarının gelişimini hızlandırdığı tespit edilmiştir (Waclawowicz *et al.* 2006).

Nogales *et al.* (2005), toprakta artan azot içeriğinin ve buna bağlı olarak bitki gelişiminin daha hızlı olmasının organik gübrelerin uygulanması ile olabileceğini, sonuçta daha fazla verimin alınabileceğini belirtmişlerdir. Toprak verimliliğini artırmak için kullanılan organik kaynaklı gübreler, kimyasal gübrelerin miktarlarını ve onlara olan gereksinimi azalttığı için yüzyıllardır kullanılan azot ve farklı besin kaynaklarıdır (White *et al.* 2007; Tagoe *et al.* 2008).

Topraktaki N, P ve K'un kullanılabilirliğinin ve bunun sonucunda da verimin artmasının organik gübre uygulaması ile olabileceği yine farklı çalışmalarda bildirilmiştir (Kumar *et al.* 2008; Baishya 2009; Zaman vd 2011).

Çiftlik gübresinin toprak özelliklerini büyük ölçüde iyileştirebildiği, mineral gübre ihtiyacını azalttığı ve organik madde dengesini sağladığı, toprak suyu ve su kullanım etkinliğini artırdığı yapılan farklı çalışmalarla belirlenmiştir (Shaxson and Barber 2003; Wang *et al.* 2013).

Yarı kurak bölgelerdeki toprakların yoğun olarak işlenmesi, düşük organik madde içeriğine ve zayıf bir strüktüre sahip olması gibi nedenlerden dolayı organik gübre uygulanmasının kaçınılmaz olduğu belirtilmektedir (Shirani *et al.* 2002). Organik gübrelerin özellikle çiftlik gübresinin, bitki büyüme ve gelişimi için gerekli olan temel makro (N, P, K, Ca, Mg, S) ve mikro (Fe, Mn, Cu ve Zn) besin maddelerini sağlayabileceği ortaya konmuştur (Jaga 2013; Janmohammadi *et al.* 2016).

Bocchi and Tano (1994) çiftlik gübresi ve diğer gübre türlerinin bitkiler için bitki besin ihtiyacını zamanında karşılamasının yanı sıra, uzun dönemli toprak verimliliğini de koruduğunu belirtmişlerdir.

Yapılan farklı araştırmalarda organik gübre kaynaklarının bitki verim ve verim unsurlarını artırma potansiyeline sahip oldukları belirtilmiştir (Naderi and Ghadiri 2010; Prabhakar *et al.* 2011; Meade *et al.* 2011; Mahmudabadi *et al.* 2011).

Bu araştırmada organik gübrelerin düşük hacim ağırlıkları ile toprakta sıkışmayı önlediği, azot, fosfor ve kükürt başta olmak üzere birçok besin elementinin yarıyışlılığını artırarak bitkilerin ve toprak canlılarının gelişimini hızlandırdığı tespit edilmiştir (Waclawowicz *et al.* 2006).

İran’da yapılan çalışmada, azotlu gübrenin aspir bitkisinde tohum ve biyolojik verimi, 1000 tane ağırlığını, bitki boyunu, ayrıca yağ içeriğini ve verimini artırdığını belirtmişlerdir (Khalil *et al.* 2013).

Azotlu gübreleme, aspir büyüme ve gelişimi üzerindeki çok boyutlu etkileri nedeniyle verimi belirleyen en önemli faktörlerden biridir (Grant 2006). Aspir, optimum vejetatif ve generatif gelişim için diğer besin elementlerinden daha fazla nitrojene ihtiyaç duyar ve bu ihtiyaç genellikle nitrojen uygulamaları ile karşılanır (Sabbagh *et al.* 2012). Azot aspirde bitki başına tabla sayısı üzerine olumlu etkisiyle tohum verimini artırır ve optimum verim ve kaliteli ürün elde etmek için yeterli miktarda azot uygulamak gerekir. Ancak aşırı ve gereksiz gübre uygulamaları ekonomik kayıplara ve nitrat formundaki fazla miktardaki azotun yıkanma yoluyla atılmasına neden olmaktadır (Landau *et al.* 2005; Henke *et al.* 2007).

Taleshi *et al.* (2012), azot uygulamalarının, bitki başına düşen tabla sayısı üzerine olan olumlu etkisinden dolayı tane veriminin arttığını belirtmişlerdir.

Azotlu gübrelemenin bitki kök derinliğini arttırdığı, daha yüksek hacimde toprak kullanılmasına neden olarak su açığının etkilerini azalttığı tespit edilmiştir (Dordas and Sioulas 2008).

ve ham yağ verimi sağladığı, vejetatif ve generatif bitki özelliklerinin azot dozlarından etkilendiğini ifade etmişlerdir.

Polat (2007), tarafından Erzurum kuru koşullarında, azotun bitki boyu, gövde çapı, dal sayısı, tabla sayısı, tabla çapı ve tabladaki tohum sayısı, bin tohum ağırlığı, yağ ve protein içeriği, tohum verimi ve yağ verimi gibi verim kriterlerini artırdığı belirtilmiştir. Erzurum koşulları için 6 kg/da azot uygulamasının optimum verim sağladığını belirtmiştir. Benzer çalışmalarda aspir bitkisine uygulanan azotlu gübrenin, tohum veriminde artış sağladığı bildirilmiştir (Jehad *et al.* 2008; Rasti *et al.* 2015).

İran'da azot (N), çiftlik gübresi ve atık kompostu içeren organik ve mineral gübrelerin aspirin büyüme, verim ve verim unsurları üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada, maksimum tohum veriminin 50 ton/ha kompost uygulamasından alındığı, organik gübre uygulamasının toprak azot içeriğini önemli ölçüde artırdığı belirtilmiştir (Edalat and Naderi 2016).

Değişik organik maddelerin uygulanması sonucunda, buğday (Kazemeini 2007), mısır (Naderi and Ghadiri 2010; Sarhadi Sardouyi 1998), sebze amarant (Onyango *et al.* 2012) ve domates (Samavat *et al.* 2001) gibi çeşitli bitkilerin verimlerinde artışlar olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Benzer şekilde Patil and Sheelavantar (2006) sorgum bitkisinde organik ve kimyasal gübrelerin etkisini değerlendirmişler, organik katkı maddelerinin özellikle kompostun sorgum veriminde önemli bir artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Tıbbi ve aromatik bitkilerden olan adaçayına, sığır, koyun ve tavuk gübresi uygulamalarından en fazla uçucu yağın tavuk-koyun gübresi karışımından elde edildiği tespit edilmiştir (Kocabaş vd 2007). Yine bitki gelişimi, mineral madde kapsamı ve toprak verimliliği parametreleri üzerine, ahır gübresi uygulamasının vermikomposta kıyasla ıspanak bitkisine daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Çıtak vd 2011).

Azimzadeh (2013), çalışmasında aspir bitkisinde organik ve kimyasal gübrelerin değerlendirilmesini yapmış, elde ettiği sonuçlara göre atık kompost miktarlarının kendi içerisinde karşılaştırılmasında 5 ton/ha uygulamasından 10 ve 15 ton/ha'a göre daha fazla tohum verimi (1813 kg/ha) alındığını, ancak kimyasal gübre ile karşılaştırıldığında yaklaşık %12,5 daha az verim elde edildiğini açıklamıştır ve diğer taraftan 50 ton/ha sığır gübresinin ise susuz şartlarda kimyasal gübreyle eşdeğer tohum verimi sağladığını tespit etmiştir.

Naderi and Bijanzadeh (2014) sera şartlarında yürütülen bu çalışmaya göre; belediye atık kompostu ve sığır gübresinin aspir tohum verimini artırdığını, ancak belediye atık kompostunun aspir tohumu verimini sığır gübresinden daha fazla artırmıştır.

Organik maddelerin, muhtemelen toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirebilmesi nedeniyle, aspir tohum verimini artırabileceği ve eş zamanlı olarak aspirin N ihtiyacını azaltabileceği, bunun da sürdürülebilir tarıma doğru bir adım olarak kabul edilebileceği vurgulanmaktadır (Mantovi *et al.* 2005; Cherif *et al.* 2009).

Rasti *et al.* (2015) tarafından organik ve kimyasal gübrelerin su stres şartlarında aspir bitkisinin verim ve verim unsurları üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada, sığır gübresi (15 t/ha), hümik asit (80 kg/ha), kimyasal gübreler (N=150 kg/ha, P=50 kg/ha, K=100 kg/ha) ve kontrol yer almıştır. Su stresi altında verim ve verim unsurlarının azaldığı, sığır gübresinin tohum verimini önemli ölçüde arttırdığı ve diğer parametrelere de olumlu yönde etki ettiği belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada, sığır gübresinin su stresi durumunda toprak su içeriğinin daha yüksek olmasını sağladığı, bunun sonucunda kimyasal gübrelerle kıyasla daha yüksek verim elde edildiği belirtilmiştir.

Afzal *et al.* (2017) tarafından, aspir bitkisinin verim, verim unsurları ve kalitesi üzerine tavuk gübresi, çiftlik gübresi, azot ve fosforlu gübrelerin etkileri araştırılmış, en yüksek bitki boyunun (174,6 cm), bitki başına tabla sayısının (42,67), tabla başına tohum sayısının (59,0), bin tohum ağırlığının (42,26 g), biyolojik (3089 kg/ha) ve tohum veriminin (455,2 kg/ha) önerilen gübre dozlarından çiftlik gübresinin tamamının, azot ve fosfor dozlarının yarısından oluşan kombine uygulamasından alındığı belirtilmiştir. Aynı çalışmada uygulamaların aspir bitkisinin yağ asiti bileşenleri üzerine ise hiçbir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Aspir bitkisine organik ve inorganik gübrelerin birlikte uygulanmasının bitki boyunu, tabla başına tohum sayısını, 1000 tane ağırlığını (Sharma *et al.* 2009; Naik *et al.* 2010), yalnız organik gübrelerin ise bitki gelişimini ve bitki başına tabla sayısını önemli ölçüde arttırdığı belirtilmiştir (Sudhakar *et al.* 2008; Naik *et al.* 2010).

Kubsad *et al.* (2008), araştırmada kullanılan aspir çeşitlerinden sağlanan üstün verim değerlerinin, inorganik gübrelerle birlikte uygulanan çiftlik gübresinden elde edilen besin maddelerinin daha fazla olmasından kaynaklandığını belirtmişler (Kubsad *et al.* 2008).

Azimzadeh (2017) tarafından İran'da solucan, katı atık, sığır ve azotlu gübrelerin kullanıldığı çalışmada, organik gübrelerin aspirin verim ve verim unsurları üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda organik gübrelerle kıyasla azotlu gübrelerin daha hızlı faydalı hale geçtiği için tohum verimini artırdığı, ekim zamanında uygulanan kimyasal gübre ile solucan gübresinden daha yüksek tohum verimi alındığı belirtilmiştir.

Özer vd (2014), Konya'da Dinçer aspir çeşidine kimyasal gübre olarak diamonyum fosfat (DAP) ve üç farklı organik gübre (OF1 (B5A: organik madde %5, toplam hümik + fulvik

asit %2, mineral madde %90 ve pH 6-8), OF2 (Avant ürün: organik madde %33, toplam hümkik + fulvik asitler %24, mineral madde %8.023 ve pH 4.7) ve OF3 (Bioplasm: 2×10^7 alg/ml, makro ve mikro elementler, amino asitler ve vitaminler (Lysin, Methionin, Cystin, Tryptophan, Histidin, Isoleucin, Leucin, Phenylanin, Vailin, Arginin, Biotin, A, B1, B2, C, E) ve pH 7 uygulamışlardır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre; organik gübrelerin DAP ile birlikte uygulanmasında (DAP +OF1, DAP+OF3 ve DAP+OF2) sırasıyla 2652,8, 2531,3 ve 2447,9 kg/ha en yüksek verimler alındığını, organik gübre uygulamaları arasında bin tane ağırlığı açısından önemli bir farklılık bulunmadığı, organik gübrelerin diamonyum fosfatlı ya da diamonyum fosfatsız tanedeki yağ içeriğini artırdığı belirlenmiştir.

Naderi and Bijanzadeh (2014), atık kompostu, solucan, sığır ve koyun gübreleri ile azotun aspir büyümesi ve kimyasal bileşimi üzerine etkilerini değerlendirmek için sera koşullarında yaptıkları çalışmada, koyun gübresi uygulanarak yetiştirilen bitkilerin, bitki boyunun (59.25 ± 3 cm), diğer uygulamalara göre daha fazla olduğunu ve azotlu gübre uygulananlara göre koyun gübresi uygulananlardan önemli derecede çok farklı olmamakla birlikte en yüksek tohum verimi alındığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca atık kompostundan ise sığır ve solucan gübresine göre daha fazla tohum verimi elde etmişlerdir. Sonuç olarak organik madde uygulamaların aspirin büyümesini ve kimyasal bileşimini artırma potansiyeline sahip olduklarını ve kimyasal gübrelerle iyi bir alternatif olabileceklerini aktarmışlardır.

Karimi *et al.* (2017), solucan gübresi ve mikrobelerin uygulamalarının aspirin verim ve verim unsurlarına etkisini araştırmışlar. Elde edilen sonuçlara göre solucan gübresi ve mikrobelerin elementlerinin bitki başına tabla sayısı, tabla başına tohum sayısı, 1000 tane ağırlığı ve tane verimi üzerinde olumlu ve önemli bir etkiye sahip olduklarını, en yüksek tane verimini S, Zn ve B üçlü kombinasyonu ile solucan gübresinin birlikte uygulanmasından sağlandığı belirlenmiştir.

Janmohammadi *et al.* (2016), çalışmalarında aspir büyümesi üzerine ahır gübresinin iki dozunun (15 ve 3 t/ha) ve N-P-K (90 kg/ha) kimyasal gübrelerinin etkisini araştırmışlar, gübre uygulamalarının morfofizyolojik özelliklerin çoğunu, tane verimini ve verim öğelerini önemli ölçüde etkilediğini saptamışlardır. Araştırmacılar, ekimden önce 30 t/ha ahır gübresi uygulamasıyla en iyi büyüme ve en yüksek tane veriminin elde edildiğini, en fazla ahır gübresi uygulamasının, kontrole kıyasla tane verimini %48 artırdığını, ancak N-P-K kimyasal gübre ve 15 t/ha F-Y-M uygulamasına göre verimi ancak %17'ye kadar artırdığını bildirmişlerdir.

Farooq *et al.* (2018) tarafından Pakistan'da yürütülen tarla denemesinde, organik gübrelerin (çiftlik ve tavuk gübresi) aspir verimi ve toprak besin içeriği üzerindeki etkileri

incelenmiştir. Çalışmada gübre uygulamalarının toprak mineral N ve K içeriğini belirgin şekilde artırdığı ve pH değerinde de yükselme olduğu belirtilmiştir. Araştırma sonucunda genel olarak, çiftlik gübresi uygulamasının kontrol grubuna göre tohum verimini %31, kuru madde verimini %20 artırdığı, organik gübrelerin aspir yetiştiriciliğinde verim ve toprak besin içeriğini iyileştirmede önemli bir rol oynayabileceğini ortaya konmuştur.

Yağmurla beslenen koşullarda organik gübre uygulamalarının aspir bitkisinin gelişimine etkisini inceleyen çalışmalarda, özellikle çiftlik gübresinin olumlu sonuçlar verdiği bildirilmektedir. Akola'da yürütülen bir çalışmada çiftlik gübresinin bitki boyu (75,78 cm), dal sayısı (15,58 adet), kuru madde birikimi (67,24 g), tane verimi (1745 kg/ha), sap verimi (4661 kg/ha), biyolojik verim (6406 kg/ha) ve hasat indeksini (%27,21) önemli düzeyde artırdığı tespit edilmiştir. Söz konusu çalışmada ayrıca yağ (%28.16) ve protein içeriğinin de (%12,82) aynı gübre uygulamasında en fazla olduğu, en düşük tüm değerlerin gübresiz parsellerden elde edildiği belirtilmiştir (Hiwale *et al.* 2020).

Beyyavaş ve Doğan (2022) tarafından sulu ve kuru koşullarda aspir çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının incelendiği çalışmada, sulanan koşullardan elde edilen verimlerin (2425,8 ve 2308,9 kg/ha) her iki yılda da kuru koşullardan elde edilen verimlerden (857,3 ve 578,1 kg/ha) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Botsvana koşullarında, Kolanyane *et al.* (2022) tarafından yürütülen bir çalışmada, azot ve fosfor uygulamalarının aspir bitkisinin büyüme, verim ve yağ içeriği üzerine etkileri değerlendirilmiş, N ve P gübrelemesinin vejetatif özellikler, verim bileşenleri, tohum verimi ve yağ oranı üzerine önemli etkilerinin olduğu bildirilmiştir. En yüksek ilk dal yüksekliği, yaprak alanı ve klorofil içeriği 40 N + 50 P kg/ha dozunda elde edilirken, maksimum kuru madde verimi 120 N + 75 P kg/ha'da belirlenmiştir. Çalışmada en yüksek tohum verimi yaz döneminde 1.36 t/ha, kış döneminde ise 3,53 t/ha olarak saptanmıştır. Yağ oranı yaz ekimlerinde %46 düzeylerine ulaşırken, kış ekimlerinde %71,8 ile belirgin şekilde daha yüksek olmuştur. Sonuçta genel olarak 40 N + 50 P kg/ha uygulamasının aspir üretimi için uygun olacağı belirtilmiştir.

Yolci ve Tunçtürk (2022) Van ekolojik koşullarında biyogübre uygulamaları ile inorganik gübrelemenin aspir bitkisinin agronomik özelliklerine etkileri incelenmişler, araştırmalarında beş biyogübre türü (*Frateria aurantia*, *Bacillus megaterium*, *Azospirillum lipoferum*, *Chlorella saccharophila* ve mikroorganizma karışımı) ile iki NP gübre dozu (NP100 ve NP50) ve kontrol uygulamasını değerlendirmişlerdir. Sonuçlara göre, en yüksek tohum verimi 260.22 kg/da ile NP100 + *Frateria aurantia* uygulamasından, en düşük verim ise 112.40 kg/da ile kontrol parsellerinden elde edildiğini bildirmişlerdir.

Sicilya’da kuru koşullarda sekiz yüksek oleik aspir genotiplerinin verim ve yağ bileşimi üzerine genotip ve iklim koşullarının etkisi incelenmiş, genotip faktörünün morfolojik özellikler ve verim bileşenleri üzerinde belirleyici olurken, yıl etkisinin yalnızca bitki boyunda önemli bulunduğu belirtilmiştir. Çalışmada en yüksek tohum verimi 1,40 t/ha ve yağ verimi 0,58 t/ha, yağ oranı kuru madde bazında %40,2 olarak belirlenmiştir (Licata *et al.* 2023).

Alzamel *et al.* (2023) tarafından ayçiçeğinde yapılan bir çalışmada farklı kaynaklardan elde edilen iki organik gübre (kompost + biyogübre), filtre çamuru keki ile geleneksel inorganik gübrelerin karşılaştırılarak uygulanmasının etkileri araştırılmıştır. Araştırmacılar sonuçta inorganik gübre uygulamasında en yüksek kuru ağırlık, bitki boyu ve tabla kuru ağırlığı ile birlikte klorofil içeriği elde edildiğini, buna karşılık organik gübre kullanımının ise, ayçiçeği tohum ve yağ veriminde önemli artışlar sağladığını belirtmişlerdir. Ayrıca, tohumların kimyasal bileşimi açısından protein ve kül değerlerinde önemli fark bulunmadığını, yağ içeriğinde önemli farklılıklar kaydedildiği bildirilmiştir. FMC en yüksek yağ içeriğini sağlarken, ardından kompost ve son olarak inorganik gübre gelmiştir. Araştırmada, organik gübreler, bitkiler için gerekli organik madde ve besinlerin değerli bir kaynağı olup, toprak, ürün ve çevre için güvenle kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Kurak koşullarda yapılan bir çalışmada kompost uygulamasının toprak özellikleri ve çörek otu bitkisinin gelişimi, verimi ve yağ bileşimi üzerine etkileri incelenmiş olup, kompost uygulamasının toprak yapısını iyileştirdiği, bitki büyümesi ve verimini artırdığı bildirilmiştir. Su eksikliğinde sabit ve uçucu yağ oranları ile doymamış yağ asitlerinde azalma, doymuş yağ asitlerinde artış tespit edilmiştir. En fazla verim kompost uygulamasının en yüksek dozunda elde edilmiş, tohum veriminin %34,7, sabit yağ oranının %46,6 ve uçucu yağın %58,1 oranında kontrole göre arttığı vurgulanmıştır. Sonuçta kompost uygulamasının kuraklık stresinin olumsuz etkilerini azalttığı ve *Nigella sativa*’nın tohum verimi ile yağ içeriğini artırdığı belirlenmiştir (Abdou *et al.* 2023).

Maghsoudi *et al.* (2024), üre ve organik gübre kaynaklı azottan oluşan farklı besleme sistemlerinin (N0: 0:0, N1: 100:0, N2: 75:25, N3: 50:50, N4: 25:75, N5: 0:100 kg/ha) farklı sulama rejimleri altında (S0: tam sulama; S1: sap uzaması; S2: çiçeklenme-pollinasyon; S3: dane doldurma döneminde su kesilmesi) aspir bitkisinin fizyolojik özellikleri ve verimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Organik gübre kullanımının, su kesintisi koşullarında Fv/Fm, RWC, klorofil ve çözünür proteinleri artırırken; karotenoid, prolin ve çözünür şekerleri azalttığını, en yüksek biyolojik verimi S0 sulama (21,62 t/ha) ve N3 (50:50) uygulamasından (21,93 t/ha) elde edildiğini, N2 ve N3 uygulamalarında 2015 ve 2016 yıllarında tane veriminin sırasıyla 3.34 ve 3,56 t/ha arttığını belirtmişlerdir. Sonuçta, N2 ve N3 uygulamalarının farklı büyüme evrelerinde

su kesintisi uygulandığında su yetersizliğinin olumsuz etkilerini azalttığını tane ve biyolojik verimi artırdığını ifade etmişlerdir.

Ay ve Öztürk (2025) aspir bitkisinde fosfor uygulamalarının, bitki boyu (109,29-127,21 cm), dal sayısı (8,80–12,56), tabla sayısı (12,20–17,49), 1000-tane ağırlığı (37,13–42,20 g), tane verimi (2466,0-3872,4 kg ha⁻¹), protein (%12,27-15,42) ve yağ oranı üzerinde önemli etkilerinin olduğunu, sonuç olarak fosfor gübrelemesinin asperde verim ve kaliteyi artırmada kritik rol oynadığını bildirmişlerdir.

Hindistan'da kuru ve sulu koşullarda yürütülen ve azot uygulanan bir çalışmada sonuçlar, aspir bitkisinin bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alanı, dal sayısı, kuru madde birikimi ve verim unsurlarının (tabla sayısı, tabla başına tohum sayısı, tabla ağırlığı, bitki başına tohum verimi, bin tane ağırlığı) sulu koşullarda kuru koşullara göre daha üstün olduğunu göstermiştir. Ayrıca tane verimi (1466 kg/ha) ve sap veriminin (3300 kg/ha) sulu koşullarda yine en yüksek olduğu belirtilmiştir (Genan *et al.* 2025).

Genan *et al.* (20025) araştırma sonuçlarında, bitki boyu, dal sayısı, kuru madde birikimi ve verim unsurlarının (bitki başına tabla sayısı, tabla başına tohum sayısı, bitki başına tabla ağırlığı, bitki başına tohum verimi, bitki başına tohum sayısı ve bin tane ağırlığı) sulu koşullarda kuru koşullara göre daha yüksek olduğunu bildirmişler, sulu koşullarda tohum verimini 1466 kg/ha olarak belirlemişlerdir.

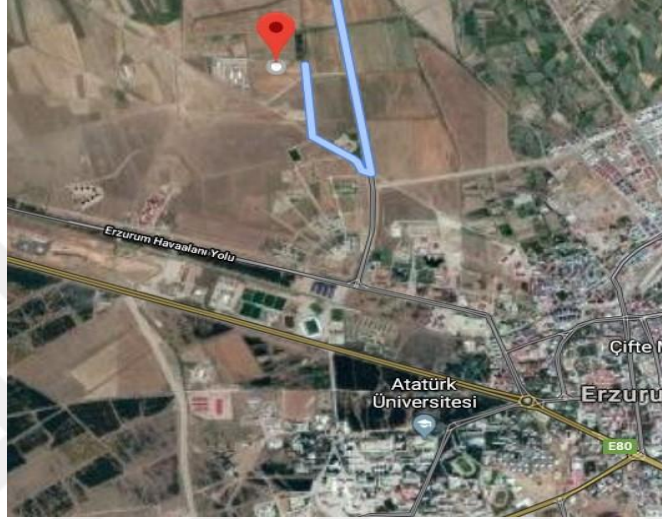
Beyyavaş vd (2025) çalışmalarında, vermikompost, çiftlik gübresi ve DAP+Üre gübrelerinin tuzlu ve tuzsuz toprak koşullarında aspir gelişimi ve toprak enzim aktiviteleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Vermikompostun bitki gelişimini anlamlı şekilde artırdığını; çiftlik gübresinin ise enzim aktivitelerini daha fazla artırdığını ve özellikle çiftlik gübresinin tuzluluk stresini azaltmada ve toprak kalitesini iyileştirmede önemli rol oynadığını bildirmişlerdir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Deneme yeri

Çalışma, Atatürk Üniversitesi Bitkisel Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi deneme sahasında 2022 ve 2024 yıllarında yürütülmüştür. Deneme alanının enlem ve boylam değerleri; 39°55'58.4"N ve 41°14'05.5"E olup, deniz seviyesinden yüksekliği 1882 m'dir (Şekil 1).



Şekil 1. Deneme alanının kuşbakışı görüntüsü

Araştırmada kullanılan aspir çeşiti

Araştırmada bitki materyali olarak Dinçer aspir çeşidi kullanılmıştır. Aspir çeşidine ait bilgiler aşağıda sunulmuştur.

Dinçer: Eskişehir Geçit Kuşağı Araştırma Enstitüsünün 1977 yılında tescil ettirmiş olduğu Dinçer çeşidi orta dikenli forma sahip, çiçek rengi turuncu, tane rengi beyazdır. Bitki boyu 100-120 cm civarındadır. Sulu ve kuru koşullarda sırasıyla 350-400 ve 100-250 kg/da tane verimine sahiptir. 1000 dane ağırlığı 45-49 g, yağ oranı %28-32 ve protein oranı %14 arasında olup oleik ve linoleik asit miktarları sırasıyla %14,2 ve %73,2'dir.

Araştırma sahasının iklim ve toprak özellikleri

İklim özellikleri

Erzurum, mevsimler ile gece ve gündüz arasında sıcaklık farkının oldukça fazla olduğu, genel olarak kışlarının soğuk ve kar yağışlı geçtiği 1853 m'lik rakıma sahip bir ilimizdir. Diğer taraftan, yazları serin ve kurak geçmekte, 39° 55' kuzey enlemi ve 41° 61' doğu boylamında yer almaktadır.

Araştırmanın yapıldığı 2022, 2024 ve uzun yıllara ait aylık toplam yağış, ortalama sıcaklık ve nispi nem değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü lokasyona ait uzun yıllar (2000-2021) mayıs-eylül dönemi iklim verilerine göre toplam yağış 182,6 mm, ortalama sıcaklık 13,8 °C ve ortalama nispi nem %49,2 olarak gerçekleşmiştir. Bu dönemde yağışlar ve nispi nem en fazla mayıs ayında (71,5 mm ve %60,8), en az ise ağustos ayında (19,4 mm ve %40,6) kaydedilmiştir. Sıcaklık bakımından, uzun yıllar ortalamasında en yüksek sıcaklık temmuz ayında (17,7 °C), en düşük sıcaklık ise mayıs ayında (9,6 °C) belirlenmiştir.

Tablo 1. Erzurum İlinin 2000-2021 Yıllar Ortalaması İle 2022 ve 2024 Yıllarına Ait Bazı Önemli İklim Verileri *

YILLAR	AYLAR					Toplam veya Ortalama
	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	
Aylık Toplam Yağış (mm)						
2000–2021	71,5	49,4	22,3	19,4	20,0	182,6
2022	89,6	80,4	5,8	0	8,8	184,6
2024	89	9,5	173,8	10,2	42,2	324,7
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)						
2000–2021	9,6	13,7	17,7	15,3	12,8	13,8
2022	9,1	15,9	19,4	22,0	15,4	16,4
2024	10,2	17,3	18,5	20,5	15,4	16,4
Aylık Ortalama Nispi Nem (%)						
2000–2021	60,8	55,7	41,5	40,6	47,7	49,2
2022	67,3	63,2	48,6	36,0	42,9	51,6
2024	68,1	54,4	63,8	49,4	60,7	59,3

* Veriler Erzurum Meteoroloji Bölge Müdürlüğünü yıllık rasat kayıtlarından elde edilmiştir. 2000-2021 yılları arasındaki 22 yıllık dönem, uzun yıllar ortalaması olarak değerlendirilmiştir.

2022 yılı iklim verileri incelendiğinde, toplam yağış miktarının 184,6 mm ile uzun yıllar ortalamasına yakın olduğu, ancak yağış dağılımında farklılıklar bulunduğu görülmektedir. Özellikle mayıs ve haziran aylarında 89,6 ve 80,4 mm olan yağışın, temmuz (5,8 mm) ve ağustos (0 mm) aylarında neredeyse hiç görülmediği belirlenmiştir. Sıcaklık ortalaması 16,4 °C ile uzun yıllar ortalamasının üzerinde seyretmiş, özellikle ağustos ayında 22,0 °C ile dönem içindeki en yüksek, mayıs ayında ise 9,1 °C ile en düşük sıcaklık değerlerine ulaşılmıştır. Nispi nem oranı ise %51,6 olarak kaydedilmiş ve uzun yıllar ortalamasına göre hafif bir artış göstermiştir. En fazla mayıs (%67,3), en düşük ağustos (%36,0) aylarında ölçülmüştür.

İkinci deneme yılı (2024) iklim değerleri, uzun yıllar ve 2022 yılına göre belirgin farklılıklar göstermektedir. Bu yılda toplam yağış 324,7 mm ile uzun yıllar ortalamasının ve 2022 yılının yaklaşık iki katına ulaşmış, özellikle temmuz ayında kaydedilen 173,8 mm yağış dikkate değer bir artışı işaret etmiştir. Nispi nemde %59,3 ile uzun yıllar ve 2022 yılına kıyasla oldukça yüksek bulunmuş, temmuzda %63,8 ile en fazla olmuştur. Aynı zamanda en düşük

yağış ve nispi nem değerleri ise haziranda 9,5 mm ve %54,4 olarak kaydedilmiştir. Ortalama sıcaklık değeri yine 16,4 °C olup, uzun yıllar ortalamasının üzerinde gerçekleşmiştir. 2024 yılında ise en yüksek sıcaklık ağustosta (20,5 °C), en düşük sıcaklık mayısta (10,2 °C) tespit edilmiştir.

Toprak özellikleri

Deneme alanından 2022 ve 2024 yıllarında 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerine ait belirli özellikler Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. Deneme Alanı Toprak Özellikleri*

Yıllar	Fiziksel Özellikler					Kimyasal Özellikler				
	Tekstür Sınıfı	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	pH	Kireç (% CaCO ₃)	Org. Md.(%)	Toplam N (%)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)
2022	Killi Tın	31,8	37,2	27,0	7,3	1,40	1,42	0,08	6,4	228,5
2024	Killi Tın	34,0	45,9	29,5	7,1	1,60	1,18	0,06	5,5	218,7

* Toprak analizleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü 2022 ve 2024 yıllarında toprak tekstürü “killi-tın” sınıfında olup, kum (%31,8 ve 34,0), silt (%37,2 ve 36,5) ve kil (%31,0 ve 29,5) oranlarında küçük farklılıklar gözlenmiştir. Toprak reaksiyonu hafif alkali düzeyde (pH 7,3-7,1) bulunmuştur. Kireç içeriği %1,40 ve 1,60 ölçülmüş, organik madde miktarı %1,42 ve 1,18, toplam azot ise %0,08 ve 0,06 düzeyinde belirlenmiştir. Bitkilere elverişli fosfor (P₂O₅) ve potasyum (K₂O) değerleri ise sırasıyla 6,4 ve 5,5 kg/da ile 228,5 ve 218,7 kg/da tespit edilmiştir. Sonuçlar, deneme alanı topraklarının hafif alkali karakterde olduğunu; azot, fosfor ve kireç bakımından yetersiz, organik madde açısından çok düşük, ancak bitkilere elverişli potasyum yönünden zengin bir yapıya sahip bulunduğunu ortaya koymaktadır (Sezen 1991).

Araştırmada kullanılan gübreler

Araştırmada büyükbaş (sığır), kanatlı (tavuk) ve solucan gübreleri gibi organik materyaller ile %20-21 oranında azot içeren Amonyum Sülfat ile %43-44 P₂O₅ içeren Triple Süperfosfat gübreleri kimyasal gübre olarak yer almıştır. Aşağıda bu gübrelere ait bazı özellikler sunulmuştur. Genelde koyun ve sığır gübresinden oluşan ahır gübresi içeriğinde %70-80 su, %15-20 organik olmayan maddeler ile %0,05 – 0,7 azot (N), %0,2 – 0,3 fosfor (P₂O₅) ve %0,4 – 0,6 potasyum (K₂O) bulunmaktadır.

- **Sığır gübresi:** Azot (N) %1,64, fosfor (P₂O₅) %0,69, ve potasyum (K₂O) %0,3’dir.
- **Tavuk gübresi:** Organik madde %25, azot %2, fosfor (P₂O₅) %1,91, potasyum (K₂O) %1,88 ve nem %37’dir.

- **Solucan gübresi:** Organik madde %65,5, pH 8,1, toplam azot %1,1, suda çözünabilir potasyum %1,5, toplam fosfor %0,7'dir.
- **Amonyum Sülfat (azotlu gübre):** %21 N
- **Triple Süper Fosfat (fosforlu gübre):** %46 P₂O₅

Yöntem

Deneme deseni

Araştırmada sığır, solucan ve tavuk gübresi ile azotlu ve fosforlu kimyasal gübrelerin belirlenen sabit dozları tek olarak ve azot ile fosfor kombinasyonunda belirlenen dozların %50'si azaltılarak organik gübrelerin belirlenen dozlarının tamamıyla ayrı ayrı kombinasyon halinde uygulanmıştır. Deneme kuru ve sulu şartlarda ayrı ayrı olacak şekilde "Tesadüf Blokları" deneme deseninde üç tekerrürlü olarak kurulmuştur (Yıldız 1994). Parsellerin boyu 5, eni ise kuru şartlarda 1,6, sulu şartlarda 1,2 m olarak hesaplanmış, parsel alanları sırası ile 8 ve 6 m² olmuştur. Deneme alanı toplam sulu şartlarda 630 m², kuru şartlarda ise 714 m²'lik bir alanı kaplamıştır. Ekimler kuru şartlarda 40 cm, sulu şartlarda 30 cm sıra arası mesafelerine göre ve 10 cm sıra üzeri mesafesine göre yapılmıştır. Her parsel 4 sıradan oluşmuş, gübrelerin birbirine karışımını önlemek için tava haline getirilmiştir.

Gübreleme

Araştırmada, kuru şartlarda sığır gübresi 2 t/da, tavuk gübresi 250 kg/da, solucan gübresi 200 kg/da, azot 6 kg/da, fosfor 4 kg/da; sulu şartlarda sığır gübresi 3 t/da, tavuk gübresi 500 kg/da, solucan gübresi 300 kg/da, azot 12 kg/da ve fosfor 6 kg/da (Polat 2007) olacak şekilde uygulanmıştır.

Tablo 3. Denemede kullanılan gübre materyalleri ve uygulama oranları

1.	Kontrol (G0)	Gübre uygulanmayan
2.	Azot + Fosfor (G1)	NP: Önerilen dozların %100
3.	Azot (G2)	Önerilen Dozun %100
4.	Fosfor (G3)	Önerilen Dozun %100
5.	Sığır Gübresi (G4)	Önerilen Dozun %100
6.	Tavuk Gübresi (G5)	Önerilen Dozun %100
7.	Solucan Gübresi (G6)	Önerilen Dozun %100
8.	NP x Sığır Gübresi (G1 + G4)	Önerilen Dozların %50+%100
9.	NP x Tavuk Gübresi (G1 + G5)	Önerilen Dozların %50+%100
10.	NP x Solucan Gübresi (G1 + G6)	Önerilen Dozların %50+%100

Uygulanan organik gübrelerin miktar ve kombinasyon bilgileri Tablo 3'de verilmiştir. Organik ve inorganik gübrelerin önerilen dozları ayrı ayrı, azot ve fosfor kombinasyonunda

önerilen dozlar %50 azaltılarak organik gübrelerin önerilen dozlarının tamamıyla karışık olarak dikimden önce parselasyon sırasında üniform bir şekilde uygulanmış ve toprağa karıştırılmıştır.



Şekil 2. Gübrelerin parsellere dağıtımı

Ekim öncesi ve sonrası yapılan işlemler

Toprağın dikime hazırlanması

Deneme alanı topraklarının sonbaharda derin sürümü yapılmıştır. Kış bu şekilde geçirdikten sonra ilkbaharda yüzlek bir sürümün ardından diskaro ve tapan uygulanarak toprak ekime hazır hale getirilmiştir.

Ekim

Aspir tohumlarının önceden hazırlanmış, uygun gübreler verilmiş ve diğer kültürel işlemleri eksiksiz olarak yapılmış deneme alanlarına birinci yıl 14 Mayıs 2022, ikinci yıl ise 4 Mayıs 2024 tarihlerinde ekimleri yapılmıştır.



Şekil 3. Ekimi yapılan bitkilerin çıkışları

Bakım

Bitkiler çıkış yaptıktan sonra fideler 10-15 cm boylandıklarında seyreltme işlemi yapılarak sıra üzeri mesafeler 10 cm olacak şekilde ayarlanmıştır (Esendal 1981). Buna ilaveten, bitkiler çıkış yaptıktan yaklaşık 10-15 gün sonra, büyüme ve gelişme dönemi boyunca ortaya çıkan yabancı otların elle yolunarak ve çapalama yapılarak mücadeleleri gerçekleştirilmiştir. Sulu koşullarda sulamaya çiçeklenmenin başlangıç evresinde başlanmış, iklim ve toprak koşullarındaki değişkenliklere bağlı olarak denemenin ilk yılında toplam 3 kez, ikinci yılında ise 4 kez karık usulü sulama uygulanmıştır.

Hasat

Hasat zamanının belirlenmesinde, bitki yapraklarında meydana gelen deforme ve brakte yapraklardaki sararmalar esas alınmıştır. Bu gelişim evreleri göz önünde bulundurularak, kenar tesirini elemine etmek amacıyla parsel yanlarından birer sıra, baş kısımlardan ise 50'şer cm'lik alan hasat dışı bırakılmıştır. Parsel merkezinde kalan iki sıradaki bitkiler; ilk yıl 24 Eylül 2022, ikinci yıl ise 28 Eylül 2024 tarihlerinde elle hasat edilmiştir. Hasadı yapılan bitkiler yeterli kuruluğa eriştikten sonra makine ile harmanlanmış ve tohum ayırma işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. Aspir bitkisi bakım ve hasat

Sonuçların Değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesi SPSS programı (Version 20.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farkların belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testi esas alınmıştır.

Verilerin elde edilişi

Esendal (1981) ve Polat (2007)'ye göre aşağıdaki karakterler incelenmiştir.

Bitki boyu (cm)

Hasat olgunluğuna erişen ve hasat alanında yer alan tesadüfi olarak seçilen 10 bitkinin boyu ölçülmüştür. Ölçüm, toprak seviyesinden başlayarak gövdenin tabla ile birleştiği noktaya kadar olan mesafe baz alınarak yapılmış ve elde edilen değerlerin ortalaması alınarak bitki boyu (cm) tespit edilmiştir

Bitki başına dal sayısı (adet/bitki)

Hasat esnasında her parselden alınan 10 bitkide, tablanın teşekkül ettiği yan dallar sayılarak ortalaması şeklinde kaydedilmiştir.

Sap çapı (mm)

Hasat olgunluğuna erişen ve hasat alanında yer alan tesadüfi olarak seçilen 10 bitkinin kök boğazından ve en alt dalın gövdeden ayrıldığı kısımlarından kumpasla ölçülmüş ve bunların ortalaması alınarak sap çapı tespit edilmiştir.

Tabla çapı (mm)

Hasat sonrası 10 bitkinin tabla çapları ölçülerek ortalamaları alınıp mm olarak tabla çapları hesaplanmıştır.

Tabla başına tohum sayısı (adet/tabla)

Hasat döneminde 5 bitki üzerinde oluşan tablalardan gelişigüzel seçilen 10 tabla içerisinde yer alan tohumlar sayılarak ortalaması hesaplanmıştır.

1000 tane ağırlığı (g)

Hasat sonrası her bir uygulamaya ait 4 tekerrür olacak şekilde sayılan 100'er adet tohum 0,01 g hassasiyete sahip terazide tartılmış, ortalamaları alınarak değerler 10 ile çarpılmak suretiyle belirlenmiştir.

Tohum verimi (kg/da)

Hasat döneminde belirlenen hasat alanı içerisinde yer alan bitkilerden alınan tohumlar tartılarak parsel tohum verimi belirlenmiş, elde edilen değerler ise dekara dönüştürülerek kg/da cinsinden tohum verimi hesaplanmıştır.

Yağ oranı (%)

Petrol eteri ekstraksiyonu kullanılarak Soxhlet cihazında tayin edilmiştir.

Protein oranı (%)

Kjeldahl metodu ile tohumların N miktarı belirlenecek ve 6,25 katsayısı ile çarpılarak ham protein oranları belirlenmiştir.

Yağ verimi

Deneme faktörlerine göre hesaplanan yağ oranı ve tane verimi esas alınarak hesaplanmış ve kg/da olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Yağ Verimi (kg/da)} = [(\text{Dekara Tane Verimi (kg)} \times \text{Ham Yağ Oranı})] \times 100$$

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Erzurum’da kuru ve sulu koşullarında ayrı ayrı ve belirli oranlarda birbirleriyle karıştırılarak uygulanan farklı organik ve inorganik gübre formalarının (sığır, tavuk ve solucan gibi organik gübreler ile azotlu ve fosforlu kimyasal gübreler) aspir bitkisinin gelişimine, verim, verim unsurlarına ve kalitesine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki başlıklar altında sunulmuş ve tartışılmıştır. Değerlendirmeler, önemli farklar nedeniyle sulu ve kuru koşullar için ayrı olarak yapılmıştır. Ancak iki ortam arasında oluşan farklılıklarda istatistiki olarak değerlendirilmiştir.

Bitki boyu (cm)

Deneme faktörlerine göre aspir bitkisinde tespit edilen bitki boyuna ait ortalamalar ve ilgili varyans analiz sonuçları Tablo 4’te verilmiştir.

Bitki boyu, deneme yıllarına, yetiştirme koşullarında gübre uygulamalarına bağlı olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Genel olarak, 2024 yılında hem kuru hem de sulu koşullarda bitki boylarının 2022 yılına kıyasla düştüğü gözlenmiştir. Kuru koşullarda, 2022 yılında ortalama bitki boyu 80,3 cm iken, 2024 yılında 57,7 cm olmuştur. Benzer şekilde, sulu koşullarda 2022 yılında bitki boyu 82,0 cm, 2024 yılında 66,2 cm olarak belirlenmiştir. Her iki yetiştirme koşulunda da yıllar arası farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Tablo 4). Bitki boyu, önemli morfolojik özelliklerden biri olup, bitkinin büyüme sürecini belirleyen temel unsurlardandır. Bitki boyunun gelişiminde genetik yapı başta olmak üzere; toprak besin içeriği ve miktarı, tohumun canlılık gücü ile çevresel koşullar belirleyici rol oynamaktadır. Yetiştirme ortamlarına göre gübre uygulamaları arasında deneme yıllarındaki farklılık, özellikle 2024 yılına ait yağış dağılımı ve sıcaklık değerleri ile yakından ilişkili olabilir. Bu durum, 2024 yılında bitkilerin çıkış ve gelişme döneminde gözlenen düşük yağış miktarına ve olumsuz çevresel koşullara bağlanabilir. 2022 yılında toplam yağış miktarının (184,6 mm) özellikle mayıs-haziran aylarında yoğunlaşması, bitkinin çıkış ve gelişme döneminde su ihtiyacını karşılamış olabilir. Buna karşılık 2024’te yağış toplamı daha yüksek olsa da (324,7 mm), büyük kısmının temmuz ayında (173,8 mm) düşmesi, kritik gelişim dönemi olan mayıs-haziranda yetersiz kalmıştır. Haziran ayında sadece 9,5 mm yağış görülmesi ve sıcaklıkların daha yüksek seyretmesi (2024 Haziran 17,3 °C; 2022’de 15,9 °C) bitkiyi strese sokarak boyların kısılmasına yol açmış olabilir (Tablo 1).

Tablo 4'ün incelenmesinden görüleceği gibi denemenin her iki yılında hem kuru hemde sulu şartlarda uygulanan gübreler arasında oluşan farklılık istatistiki olarak $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 4). Genel olarak uygulanan gübrelere göre bitki boyu değerlerinde ikinci yılda birinci yıla göre düşüş gözlenmiştir. 2022 yılında kuru koşullar altında en yüksek boylu bitkiler tavuk gübresi (G5, 84,0 cm) ve bunu çok yakın bir değerle izleyen azot uygulamasından (G2, 83,9 cm) elde edilmiştir. Bu uygulamaları G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi, 82,0 cm) ve NP (G1, 81,1 cm) takip etmiştir. Buna karşılık en düşük değerler yalnız sığır gübresi (G4, 77,8 cm) ve bu gübrenin NP ile uygulamasında (G1+G4, 78,0 cm) kaydedilmiştir. %50 NP + %100 tavuk gübresi (G1+G5) ve hiç gübre uygulaması yapılmayan kontrolde (G0) ise kısa boylu bitkilere yakın (78,2 cm) değerler alınmıştır (Tablo 4). Aynı yıl sulu şartlarda, 2022 yılında en yüksek bitki boyu, G1 + G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) uygulamasında 86,7 cm ile elde edilmiştir. Bu uygulamayı G1 + G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi) 84,9 cm, G5 (%100 tavuk gübresi) 84,3 cm ve %100 azot uygulaması (G2) 82,6 cm ile izlemiştir. Öte yandan, suluda G3 (%100 fosfor) ve G6 (%100 solucan gübresi) uygulamalarında da 80,0 ve 76,5 cm olan bitki boyu değerleri en düşük olmuştur. Diğer uygulamalar olan G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi) ve kontrol uygulamalarında ise sırası ile 83,4 ve 81,0 cm bitki boyu belirlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Bitki Boyuna (cm) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları

Gübre Uygulamaları	Yetiştirme Ortamı / Yıl					
	Kuru			Sulu		
	2022	2024	Ort	2022	2024	Ort
Kontrol (G₀)(%0)	78,2 de	60,3 ab	69,3 ac	81,0 be	61,7 c	71,3 e
Azot + Fosfor (G₁)(%100+%100)	81,1 bc	60,0 ac	70,1 ac	81,2 bd	68,1 b	74,6 bd
Azot (G₂)(%100)	83,9 a	58,1 bd	71,0 a	82,6 ad	72,1 a	77,4 a
Fosfor (G₃ (%100)	79,7 ce	53,2 ef	66,5 d	80,0 ce	62,2 c	71,1 e
Sığır Gübresi (G₄)(%100)	77,8 e	61,8 a	69,8 ac	79,7 de	71,8 a	75,3 ac
Tavuk Gübresi (G₅)(%100)	84,0 a	55,9 de	70,0 ac	84,3 ac	57,9 d	71,1 e
Solucan Gübresi (G₆)(%100)	80,3 bd	56,8 cd	68,7 c	76,5 e	70,6 ab	73,5 ce
G₁ + G₄ (%50NP + %100 Sığır G)	78,0 e	60,5 ab	69,2 bc	84,9 ab	68,5 b	76,7 ab
G₁ + G₅ (%50NP + %100 Tavuk G)	78,2 de	52,7 f	65,4 d	83,4 ad	60,6 cd	72,0 de
G₁ + G₆ (%50NP + %100 Solucan G)	82,0 ab	58,9ac	70,5 ab	86,7 a	69,5 ab	78,1 a
Ortalama	80,3 a	57,7 b	69,0	82,0 a	66,2 b	74,1
Varyasyon Kaynakları	SD	F Değerleri				
Tekerrür	2					
Yıl (A)	1	2410,06**				
Gübre Uygulamaları (B)	9	11,47**	9,39**	8,71**	3,68**	23,70**
A x B	9	12,08**				
Hata (Yıl)	18					
Hata (Yıl Ort)	72					
CV		1,52	2,91	2,12	3,28	2,78
						3,11

* F değeri ise $p<0,05$ ve ** F değeri ise $p<0,01$ ihtimal sınırında önemlidir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

2024 yılında kuru koşullarda bitki boyu genel olarak düşmüş; en yüksek değerler yalnız sığır gübresi (G4, 61,8 cm) ve yine sığır gübresinin yer aldığı G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 60,5 cm) uygulamalarından elde edilmiş, bunları kontrol (G0, 60,3 cm) ve NP (G1, 60,0 m) uygulamaları izlemiştir. En düşük değerler ise G1+G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 52,7 cm) ile yalnız fosfor (G3, 53,2 cm) uygulamalarında belirlenmiştir. Aynı yıl sulu koşullarda en yüksek bitki boyu G2 (%100 azot) ve G4 (%100 sığır gübresi) uygulamalarında 72,1 ve 71,8 cm olarak kaydedilmiştir. Bu uygulamaları 70,6 cm ile G6 (%100 solucan gübresi) ve 69,5 cm ile G1 + G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) takip etmiştir. En düşük değerler ise tavuk gübresi (G5, 57,9 cm), G1+G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 60,6 cm) ve kontrol (G0, 61,7 cm) uygulamalarında kaydedilmiştir (Tablo 4).

2022 yılında azot ve tavuk gübresi uygulamalarının bitki boyunu önemli ölçüde artırması, toprakta mevcut besin elementleri ve uygun iklim koşulları ile desteklenmiştir. Ancak 2024 yılında bu gübrelerin etkisinin azalması, bitki gelişme dönemindeki düşük ve düzensiz yağış ile toprak besin kısıtlılığına bağlı olarak bitkinin bu girdilerden beklenen düzeyde yararlanamamasından kaynaklanabilir. Buna karşın sığır gübresinin 2024 yılında kuru koşullarda daha yüksek bitki boyu sağlaması, organik yapısının toprakta su tutma kapasitesini artırarak kuraklık koşullarında bir avantaj sağladığı düşünülmektedir. Özellikle düşük yağış ve topraktaki organik madde ile besin elementlerinin azalması, azot ve tavuk gübresinin etkisini sınırlarken; su tutma kapasitesi yüksek olan sığır gübresinin kurak koşullarda göreceli bir avantaj sağladığı düşünülmektedir. Dolayısıyla, kuru şartlarda gübre uygulamalarının etkinliği yılın iklim koşullarına bağlı olarak değişmekte, kurak yıllarda özellikle organik yapılı ve su tutma kapasitesi yüksek gübrelerin daha avantajlı olduğu görülmektedir. Sulu koşullarda ise, sulama ile birlikte besin elementlerinin alınabilirliği artmış ve özellikle mineral gübrelerin (azot, fosfor) yanında organik gübrelerle yapılan kombinasyonlar (G1+G6) bitki boyunu artırmıştır. Ancak 2024 yılında sulanan koşullarda dahi bitki boylarında düşüş görülmesi, iklimsel faktörlerin (özellikle yüksek sıcaklık ve düzensiz yağış dağılımı) sulamanın etkisini sınırlandırmış olabileceğini göstermektedir. İkinci deneme yılında olduğu gibi kuru şartlarda ahır gübresinin diğer gübrelere kıyasla daha yüksek bitki boyu sağladığı Feyzollahzadeh *et al.* (2014) tarafından da belirtilmiş olup, bunun nedenini ahır gübresinin bitkilerdeki artan metabolik süreçlere, besin maddelerinin mevcudiyetine ve bunun büyüme parametreleri üzerindeki olumlu etkisine ve tamamen ayrılmış organik gübrenin besin maddelerini mevcut formda salmış olmasına bağlı olarak açıklamışlardır. Bu sonuçlar, asperde Beyyavaş vd (2025), ayçiçeğinde Rasool *et al.* (2013) ve soyada Sahebagouda *et al.* (2019) bulgularıyla uyum içerisindedir.

Farooq *et al.* (2009) kuraklık ve sıcaklık stresinin hücre uzamasını kısıtladığını, fotosentetik kapasiteyi azalttığını ve bunun doğrudan bitki boyunun düşmesine neden olduğunu bildirmektedir. Benzer şekilde Kaya vd (2018), aspir bitkisinde sulama yapılmasına rağmen yağış ve sıcaklık dağılımındaki düzensizliklerin morfolojik gelişimi olumsuz etkileyebildiğini rapor etmişlerdir. 2022’de solucan gübresi ile NP kombinasyonu (G1+G6) ve azotlu gübreler en yüksek etkiyi gösterirken, 2024 yılında bu etki azalmış, ancak yine de mineral gübreler (özellikle azot) sulanan koşullarda ön plana çıkmıştır. Azotun bitki büyümesinde temel bir besin elementi olması ve sulama sayesinde mineral besinlerin bitki tarafından daha etkin alınabilmesi ile ilişkilidir. Ayrıca, organik gübrelerin (özellikle solucan gübresi) mineral gübrelerle birlikte kullanılması, toprakta mikrobiyal aktiviteyi artırmakta ve besinlerin bitki tarafından daha etkin alınmasına katkı sağlamaktadır (Bitarafan *et al.* 2011). Buna karşın tavuk gübresinin 2024 yılında sulu ortamda belirgin bir düşüş göstermesi, organik gübrelerin etkisinin çevresel koşullara daha duyarlı olduğunu işaret etmektedir. Bagheri and Sam-Dailiri (2011) kuraklığın bitki boyunda azalmaya neden olduğunu, sulanan uygulamaların azot gübrelemesine daha iyi tepki verdiğini ve bu durumun, topraktan azotun daha iyi alınması ve çabuk geri kazanımıyla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Bitki boyunda görülen bu artışa, azotun vejetatif gelişimi desteklemesi ile de ilişkili olabilir. Toprakta yeterli su bulunduğunda azotlu gübre uygulamaları, bitkinin vejetatif gelişimini artırır ve böylece bitki boyunda artışlar görülür (El-Serogy 1993; Cazzato *et al.* 1997). Azotun hücre uzamasını olumlu etkilemesi ve böylece internod uzunluğunun artmasına yol açması, daha yüksek oksin düzeyinin korunmasına yardımcı olması gibi nedenlerle bitki boyunun artmasına katkı sağladığı bildirilmiştir (Sreekant *et al.* 2021). Bu bulgular, Singh and Singh (2013), Tigre *et al.* (2014), Nathan *et al.* (2017) ile Sofy *et al.* (2020) tarafından bildirilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bitki boyu üzerine çeşit başta olmak üzere ekim zamanı, ekim sıklığı ve gübreleme gibi iklimsel, kültürel ve genetik faktörlerin etki ettiği bilinmektedir (Esendal 1981). Aspir bitkisinde boy uzunluğunun artması, olgunlaşma süresini geciktirmenin yanı sıra yatmaya karşı duyarlılığı artırmakta ve hasat indeksini düşürmektedir. Bu nedenle yeni geliştirilen aspir çeşitlerinde bitki boyunun ortalama olarak 60-80 cm arasında olması tercih edilmektedir (Weiss 2000). Çalışmada elde edilen bitki boyu değerleri bu değerler arasında yer almakta olup, Oruç (2014) tarafından 83,92-84,92 cm, Adalı (2016) tarafından 83,33-138,17 cm, Sayılır (2015) tarafından 86,3-103,3 cm ve Öztürk vd (2009) tarafından 89,9-105,5 cm olarak bildirilen sonuçlarla kısmen uyumluluk göstermektedir. Genan *et al.* (2025) aspir bitkisinin büyüme parametrelerinden bitki boyunu (82,4 cm) hasat zamanında çalışmamıza benzer şekilde sulama koşullarında kuru koşullara kıyasla önemli derecede üstün olduğunu ortaya koymuşlardır. Sulama koşullarında aspir bitkisinin boyundaki hızlı artış, optimum toprak neminin sağlanmasıyla açıklanabilir. Bu

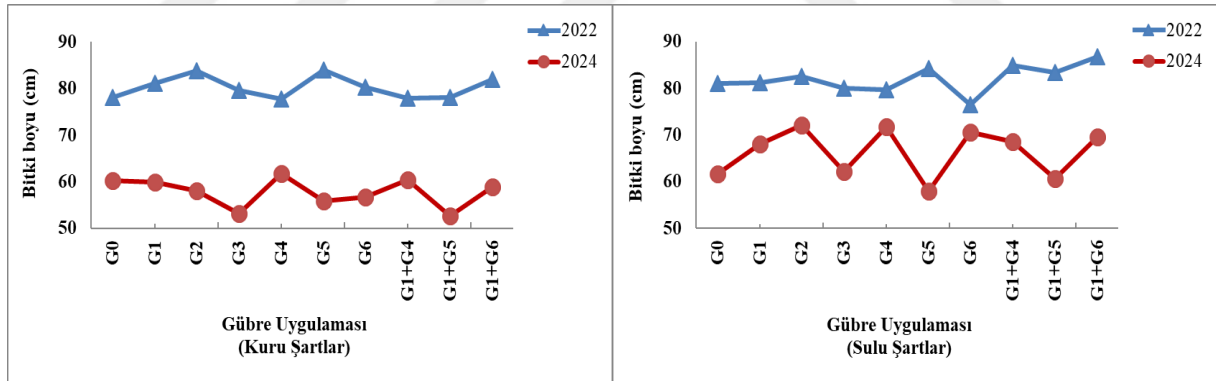
durum, su potansiyelini, hücre turgorunu ve yaprak genişlemesini artırarak yağışa bağlı koşullara kıyasla daha yüksek asimilasyon oranlarına yol açmaktadır (Beyyavas ve Doğan 2022). Çalışmalar, sulamanın fonksiyonel yaprak sayısını ve yaprak alanını artırdığını; rozet ve dallanma dönemlerinde uygulanan kümülatif sulama programının ise geniş bir taç yapısı oluşturduğunu ve yaprak yayılımını geliştirdiğini göstermektedir. Farklı büyüme dönemlerinde yapılan sulama, bitkide daha fazla dal oluşumunu (Katole and Meena 1988) ve daha yüksek kuru madde üretimini teşvik etmektedir (Singh and Singh 1989).

Kuru ve sulu koşullarda yıllar ortalaması incelendiğinde, bitki boyu üzerine gübre uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Tablo 4). Kuru koşullarda en yüksek bitki boyu azot uygulaması (G2, 71,0 cm) ile elde edilmiştir. Bunu sırasıyla G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi, 70,5 cm), azot+fosfor (G1, 70,1 cm), tavuk gübresi (G5, 70,0 cm), ve sığır gübresi (G4, 69,8 cm) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değer ise G1+G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 65,4 cm) ve fosfor (G3, 66,5 cm) uygulamalarında ölçülmüştür (Tablo 4). Sulu koşullarda yıllık ortalama en yüksek bitki boyu G1 + G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) uygulamasında 78,1 cm ile elde edilmiş olup, bunu 77,4 cm ile G2 (%100 azot) ve 76,7 cm ile G1 + G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi) izlemiştir. Nispeten düşük bitki boyları ise G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi)'de 72,0 cm, kontrolde (G0) 71,3 cm, G3 (%100 fosfor)'de 71,1 cm ve G5 (%100 tavuk gübresi) uygulamasında 71,1 cm olarak kaydedilmiştir.

Azot+fosfor ve organik gübre uygulaması bitki boyu açısından ön plana çıkan uygulamalar olmuştur. Azotun bitki gelişiminde belirleyici bir faktör olması, fosforunda tüm bitkilerin büyüme, gelişme ve olgunlaşma süreçlerinde kritik bir rol oynaması bu iki gübreyi önemli kılmaktadır (Sultenfuss and Doyle 1999; Bitarafan *et al.* 2011). Yine özellikle sulama ile birlikte organik gübreler, toprakta mikrobiyal aktiviteyi ve besin elementlerinin kullanılabilirliğini artırırken; mineral gübreler, hızlı bir şekilde alınabilir azot ve fosfor sağlayarak bitkinin gelişimini teşvik edebilir. Azot uygulamalarının aspir bitkisinin vejetatif ve generatif gelişim dönemleri üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir (Bitarafan *et al.* 2011). Benzer şekilde, Naik *et al.* (2010) organik ve inorganik gübrelerin birlikte uygulanmasının bitki boyunu anlamlı biçimde artırdığını belirtmişlerdir. Elde edilen sonuçlar, farklı bitki boylarının besin elementi durumu ve kullanılabilirliği ile ilişkili olduğunu ve bitkilerin besin arzına bağlı olarak uygulamalara farklı tepkiler verdiğini bildiren Ibeawuchi *et al.* (2007) ve Mandal and Sinha (2004) benzerlik göstermektedir. Sulama koşullarında yetiştirilen asperde, kimyasal gübre ile birlikte solucan gübresi uygulamasının, bitkilerin daha güçlü gelişmesine, yüksek

besin alımına ve fotosentetik ürünlerin taşınmasını artırarak verim bileşenlerinin artırılmasına katkı sağladığı belirtilmektedir (Kumar *et al.* 2016).

Tüm faktörler birlikte incelendiğinde, yıllara göre gübre uygulamalarında aspir bitkisinin bitki boyunun değişik değerler alması her iki yetiştirme alanında (kuru ve sulu) ayrı ayrı yıl x gübre uygulaması interaksiyonun $p < 0,01$ seviyesinde önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 4). Bu durum, gübrelerin bitki boyu üzerine etkisinin yıllara göre değiştiğini, aynı gübre uygulamasının yıllar arasında farklı etkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Kuru şartlarda 2022 yılında en yüksek değerler tavuk gübresi (84,0 cm) ve azot (83,9 cm) uygulamalarında, buna karşılık 2024 yılında ise sığır gübresinden (61,8 cm) elde edilmiştir. Ayrıca 2024 yılında tüm uygulamalarda değerler 2022'ye göre önemli ölçüde düşmüş, özellikle azotlu ve tavuk gübresi uygulamalarının etkisi azalmış, buna karşılık sığır gübresinin kurak koşullarda daha avantajlı olduğu belirlenmiştir (Tablo 4; Şekil 7). Sulu koşullarda G1 + G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) uygulaması 2022 yılında 86,7 cm ile en yüksek bitki boyunu sağlarken, 2024 yılında aynı uygulama 69,5 cm olarak ölçülmüştür. Benzer şekilde G5 (%100 tavuk gübresi) uygulaması 2022'de 84,3 cm iken, 2024 yılında 57,9 cm ile önemli ölçüde düşüş göstermiştir. Bu farklılıklar, gübre etkilerinin yılın çevresel koşullarına (örneğin sıcaklık, yağış ve sulama durumu) bağlı olarak değiştiğini göstermektedir (Tablo 4; Şekil 5).



Şekil 5. Kuru ve sulu koşullarda aspir bitkisine uygulanan gübre çeşitleri ve bunların farklı uygulamalarının deneme yıllarına göre bitki boyuna etkisi

Bitki başına dal sayısı (adet/bitki)

Deneme faktörlerine göre aspir bitkisinde tespit edilen dal sayısına ait ortalamalar ve ilgili varyans analiz sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Dal sayısı, bitkinin verim potansiyelini doğrudan etkileyen önemli tarımsal özelliklerden biri olup, bu özellik üzerinde genetik yapı kadar çevresel faktörler, yetiştirme koşulları ve uygulanan gübreleme yöntemleri belirleyici rol oynamaktadır.

Dal sayısı, deneme yıllarına, yetiştirme koşullarına ve gübre uygulamalarına bağlı olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Genel olarak 2024 yılında kuru koşullarda 2022 yılına göre dal sayısında düşüş gözlenmiştir. Kuru koşullarda 2022 yılında ortalama dal sayısı 5,8 adet iken, 2024 yılında bu değer 4,5 adet olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde sulu koşullarda 2022 ve 2024 yıllarında sırasıyla 4,5 ve 4,3 adet ortalama dal sayısı elde edilmiştir. Kuru yetiştirme ortamında da yıllar arası farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuşken ($p<0,01$), bu farklılık sulu koşullarda önemli olmamıştır (Tablo 5). Dal sayısı, verimi belirleyen önemli bir faktördür. Dal yapısının gelişmesi ve sayısı yüksek verim potansiyeli oluşturur. Ancak aşırı vejetatif büyüme, sezon başında bitkinin su kullanımını artırarak, olgunlaşmadan önce topraktaki nemin tükenmesine ve dolayısıyla verim unsurları ve verimin düşmesine neden olabilir. Bu durum yağışın yetersiz sıcaklığın fazla olduğu yıllarda daha etkili olabilmektedir. Deneme alanındaki sıcaklık değişimleri, büyüme sezonu boyunca yağış miktarı ve nem durumunun oldukça değişim gösterdiği görülmektedir. Aspir, kuru koşullara iyi bir adaptasyon gösterebilen ve kendi kendini düzenleyerek hayatta kalmasını ve ürün vermesini garanti edebilen bir bitki olmasına rağmen, bu çalışma da elde edilen sonuçlar aspirin iklim şartlarından etkilendiğini gösterebilmektedir. Toprağın düşük geçirgenliği ve düşük su tutma kapasitesi gibi düşük toprak kalitesi, organik madde içeriği azlığı, uygulamalardaki farklılıklar ve yarı kurak alanlarda iklim değişikliğinin artması, aspirin iklim koşullarına karşı tepki göstermesinin olası nedenleri arasında sayılabileceği belirtilmektedir (Janmohammadi and Sabaghnia 2023). Genel olarak aspir, kuru koşulların hâkim olduğu, su ihtiyacının alt toprak rezervlerinden karşılanabildiği yeterli yağış alan dönemlerde bölgelere daha iyi uyum sağlayabilmektedir. Araştırmamızda da bu durumlara göre gerek sulu gerekse kuru koşullarda iklim faktörlerine bağlı olarak dal sayısının deneme yıllarında farklılık oluşturduğu düşünülmektedir.

Denemenin her iki yılında hem kuru hem de sulu koşullarda uygulanan gübreler arasında oluşan farklılıklar da istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 5). Genel olarak uygulanan gübrelere göre dal sayısı değerlerinde ikinci yılda birinci yıla kıyasla düşüş yaşanmıştır. 2022 yılında kuru koşullarda en yüksek dal sayısı, G1+G4 (%50 NP + %100 sıgır gübresi) uygulamasında 7,1 adet ile elde edilmiştir. Bu uygulamayı kontrol (G0 6,6 adet), tavuk gübresi (G5, 6,5 adet) ve e G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 5,7 adet) izlemiştir. Dal sayısı azot (G2, 5,0 adet) ve azot + fosfor (G1, 5,0 adet) uygulamalarında ise en düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 5). Aynı yıl sulu koşullarda en yüksek dal sayısı kuru koşullarda olduğu gibi 4,9 adet ile yine G1+G4 uygulamasından ve G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi, 4,8 adet)'dan elde edilmiştir. Bunları azot (G2, 4,5 adet), azot + fosfor (G1, 4,5 adet) ve G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 4,5 adet) uygulamaları takip etmiştir. En

düşük değer ise fosfor (G3, 4,1 adet) ve sığır gübresi (G4, 4,2 adet) uygulamalarında kaydedilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Dal Sayısına (adet) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları

Gübre Uygulamaları	Yetiştirme Ortamı / Yıl					
	Kuru			Sulu		
	2022	2024	Ort	2022	2024	Ort
Kontrol (G₀)(%0)	6,6 b	4,4 bc	5,5 b	4,7	4,2 c	4,5 b
Azot + Fosfor (G₁)(%100+%100)	5,0 ef	4,6 ab	4,8 e	4,5	4,6 b	4,5 b
Azot (G₂)(%100)	5,0 f	4,8 a	4,9 e	4,5	4,5 b	4,5 b
Fosfor (G₃)(%100)	5,4 ce	4,2 c	4,8 e	4,1	3,4 e	3,9 c
Sığır Gübresi (G₄)(%100)	5,2 df	4,7 a	5,0 de	4,2	3,8 d	4,0 c
Tavuk Gübresi (G₅)(%100)	6,5 b	4,2 c	5,3 bc	4,3	3,9 d	4,1 c
Solucan Gübresi (G₆)(%100)	5,5 cd	4,8 a	5,2 cd	4,5	4,3 c	4,4 b
G₁ + G₄ (%50NP + %100 Sığır G)	7,1 a	4,4 bc	5,7 a	4,9	5,1 a	5,0 a
G₁ + G₅ (%50NP + %100 Tavuk G)	5,7 c	4,8 a	5,3 bc	4,5	4,4 bc	4,1 b
G₁ + G₆ (%50NP + %100 Solucan G)	5,6 c	4,3 c	4,9 de	4,8	4,5 b	4,7 b
Ortalama	5,8 a	4,5 b	5,1	4,5	4,3	4,4
Varyasyon Kaynakları	SD	F Değerleri				
Tekerrür	2					
Yıl (A)	1		662,92**			3,50
Gübre Uygulamaları (B)	9	25,19**	7,88**	14,08**	1,61	28,55**
A x B	9			26,43**		1,82
Hata (Yıl)	18					
Hata (Yıl Ort)	72					
CV		3,9	3,41	3,97	7,45	3,54
					5,96	

* F değeri ise $p < 0,05$ ve ** F değeri ise $p < 0,01$ ihtimal sınırında önemlidir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

2024 yılında kuru koşullarda en yüksek dal sayısı G2 (%100 azot), G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi) ve G6 (%100 solucan gübresi) uygulamalarında 4,8 adet ile elde edilmiş, bu değeri G4 (%100 sığır gübresi) ve G1 (%100 NP) 4,7 ve 4,6 adet ile takip etmiştir. En düşük değerler ise G3 (%100 fosfor, 4,2 adet) ve G5 (%100 tavuk gübresi, 4,2 adet) uygulamalarında kaydedilmiştir. Sulu koşullarda ise 2024 yılında en yüksek dal sayısı G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 5,1 adet) ile elde edilmiş, bunu sırasıyla 4,6 adet ile G1 (%100 NP), 4,5 adet ile G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) ve G2 (%100 azot) ve uygulamaları izlemiştir. En düşük değerler fosfor uygulamasında (G3) 3,4 adet, sığır (G4) ile tavuk (G5) gübresi uygulamalarında ise 3,8 ve 3,9 adet olarak belirlenmiştir.

Genel ortalamalar incelendiğinde, kuru koşullarda en yüksek dal sayısı G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi)'den 5,7 adet ile elde edilirken, bunu kontrol (G0) 5,5 adet ile, G5 (%100 tavuk gübresi) ve G1 + G5 (%50NP + %100 tavuk gübresi) ise 5,3 adet ile takip etmiştir. En düşük ortalamalar G1 (%100 NP) ve G3 (%100 fosfor) uygulamalarında 4,8 adet, G2 (%100 azot) uygulamasında ise 4,9 adet olmuştur. Sulu koşullar incelendiğinde en yüksek ortalama dal sayısı G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi,) uygulamasında 5,0 adet olarak belirlenmiş, bunu G1+G6 4,7 adet ile, G0, G1 ve G2 uygulamaları 4,5 adet ile izlemiştir. En düşük değer

ise G3 (%100 fosfor, 3,9 adet) ve G4 (%100 sığır gübresi, 4,0 adet) uygulamalarında kaydedilmiştir (Tablo 5). Denemenin yıllar ortalamasına göre hem kuru hem de sulu koşullarında uygulanan gübreler arasında oluşan farklılıklar da istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 5).

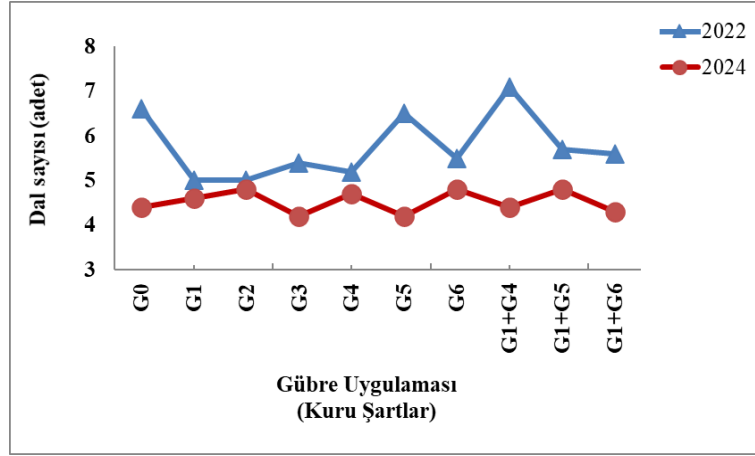
Aspir yetiştiriciliğinde çeşitli çevresel zorluklar, küresel ölçekte önemli bir sorun haline gelmiş olup bitki gelişimi ve toplam üretkenlik üzerinde ciddi etkiler oluşturmaktadır (Ahmad *et al.* 2012). Bu olumsuz koşullar, ürün verimlerini önemli ölçüde sınırlandırarak bitkilerin optimal düzeylerine ulaşmasını engellemektedir (Warraich *et al.* 2011; Abbas *et al.* 2013). Olumsuz çevre ve toprak koşulları bitki gelişiminde azalmaya ve düşük tarımsal üretime yol açabilmektedir (Azzedine *et al.* 2011; Basiri *et al.* 2013). Bununla birlikte, organik madde bakımından zengin olan organik gübrelerin toprağa uygulanması, toprak yapısını iyileştirmekte (Cevheri *et al.* 2021), su tutma kapasitesini artırmakta ve mikrobiyal aktiviteyi teşvik ederek toprağın olumsuz etkilerini azaltmakta, böylece bitki gelişimine olumlu katkı sağlamaktadır. Aynı zamanda gübre uygulamaları, bitki gelişimi için gerekli besin elementlerini sağlayarak besin alımını artırmakta ve yaprak sayısı başta olmak üzere verim unsurlarında da artışa katkı sağlamaktadır. Özellikle çiftlik gübresi, toprak yapısını ve mikrobiyal aktiviteyi iyileştirerek topraktaki olumsuzluğu giderdiği ve bitki gelişimi ile yaprak alanını artırdığı belirtilmektedir (Irin and Hasanuzzaman 2024; Beyyavaş vd 2025). Araştırmacılar, organik gübre gibi alternatif biyolojik gübrelere yönelmişler (Aira *et al.* 2002), biyolojik gübrelerin besin maddelerinin bitkiler tarafından alınabilir forma dönüştürmenin yanı sıra çimlenme, büyüme ve gelişmeyi de teşvik ettiği, Taleshi *et al.* (2012), organik gübre uygulamasının su stresi altında tohum verimini ve verim bileşenlerini artırdığını bildirmişlerdir.

Organik gübrelerin özellikle de ahır gübresi uygulamasıyla toprak verimlilik durumundaki iyileşme, bitki besin maddelerinin hızlı ve daha fazla kullanılabilirliğini kolaylaştırmış, bu da ürünün büyümesini ve gelişimini artırmış olabileceği belirtilmektedir (Gupta *et al.* 2020; Sannagoudar *et al.* 2021). Gerek kuru gerekse sulu şartlarda organik ve inorganik gübrelerin birlikte ve dengeli bir şekilde uygulanması dal sayısını artırmıştır. Ravi *et al.* (2008), Somanagouda *et al.* (2020) ile Sudhakar *et al.* (2020) asperde, Patil *et al.* (2016) soyada benzer sonuçlar bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar tarafından dengeli ve optimum miktarda besin elementi uygulanmasının, bitkinin bu besinleri etkin biçimde kullanmasını sağlayarak sağlıklı bitki gelişimini teşvik ettiğini, böylece verim ve verim unsurlarındaki artışa etki edebileceği belirtilmiştir. Azot ve fosfor uygulaması, bitkiye temel besin maddelerini sağlayarak bitki gelişimini artırmakta, organik madde içermedikleri için toprak mikrobiyal enzimleri üzerindeki doğrudan etkisi sınırlı kalmaktadır (Adnan *et al.* 2017; Chhabra *et al.*

2021). Azot uygulaması bitki gelişim parametrelerini iyileştirerek kök biyokütlesini ve bitki yapısını fazlasıyla artırabildiği ifade edilmiştir (Singh *et al.* 2023). Dal sayısı üzerine fosfor uygulamasının etkisi, özellikle sulu koşullarda düşük kalmış, buna karşılık azot ve organik gübre uygulamalarının (özellikle solucan ve sığır gübresi) yıl ve koşullara göre farklı olmakla birlikte genel olarak dal sayısı üzerinde olumlu etkiler oluşturmuştur. Azot ve fosforun birlikte bitkilerde dallanma gibi vejetatif gelişim süreçlerinde önemli rol oynadığı literatürde belirtilmektedir (Sultenfuss and Doyle, 1999; Bitarafan *et al.* 2011). Nakhlawy (1991) ve Taleshi *et al.* (2011) gübre uygulamalarının bitki boyu ve bitki başına dal sayısı üzerine önemli etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, organik gübrelerin içinde bulunduğu gübre uygulamaların bitki büyüme ve gelişimini artırarak bitki verimliliğini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Arancon 2004). Kimyasal ve organik gübre uygulamasında dal sayısının arttığı önceki çalışlarda da (Weiss 2000; Naik *et al.* 2007; Taleshi *et al.* 2011; Bitarafan *et al.* 2011) belirtilmiş olup, araştırmacılar kimyasal ve organik gübre uygulamalarının kök gelişimini ve yaprak alan indeksini artırarak dal sayısının fazla olmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Yıllara göre gübre uygulamalarının dal sayısına etkisi kuru ve sulu koşullarda istatistiksel olarak değerlendirilmiş, yıl x gübre uygulaması interaksyonunun kuru koşullarda $p < 0,01$ düzeyinde önemli, sulu koşullarda ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Tablo 5). Bu sonuç, gübre uygulamalarının dal sayısı üzerine etkisinin kuru koşullarda yıllara göre değiştiğini ve aynı gübrenin farklı yıllarda farklı tepkiler oluşturduğunu göstermektedir. Kuru şartlarda 2022 yılında en yüksek değerler G1 + G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi) uygulamasında (7,1 adet) elde edilmiştir. Ancak 2024 yılında dal sayıları genel olarak düşmüş, en yüksek değerler G2 (%100 azot), G6 (%100 solucan gübresi) ve G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk) uygulamalarında 4,8 adet olarak kaydedilmiştir. Her ne kadar istatistiksel olarak önemli çıkmasa da sulu koşullarda da uygulamalar arasında dal sayısı yıllara göre değişkenlik göstermiştir. Bu değişim daha dengeli olmuştur. 2022 yılında en yüksek değer kuru koşullarda olduğu gibi G1 + G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi) uygulamasında 4,9 adet olarak kaydedilmiş, 2024 yılında ise yine aynı uygulama 5,1 adet ile en yüksek sonucu vermiştir. Ayrıca G1 + G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi, 4,5 adet) uygulaması da her iki yılda öne çıkmıştır. (Tablo 5; Şekil 6).

Çalışmalar, sulamanın fonksiyonel yaprak sayısını ve yaprak alanını artırdığını; rozet ve dallanma dönemlerinde uygulanan kümülatif sulama programının ise geniş bir taç yapısı oluşturduğunu ve yaprak yayılımını geliştirdiğini göstermektedir. Buna bağlı olarak farklı büyüme dönemlerinde yapılan sulamanın, bitkide daha fazla dal oluşumu (Katole and Meena 1988) ve daha yüksek kuru madde üretimi gerçekleştirdiği ifade edilmektedir (Singh and Singh 1989).



Şekil 6. Kuru koşullarda aspir bitkisine uygulanan gübre çeşitleri ve bunların farklı uygulamalarının deneme yıllarına göre dal sayısına etkisi

Sap çapı (mm)

Organik ve inorganik gübrelerin tek ve bu gübrelerin karıştırılarak sulu ve kuru şartlarda uygulanmasından elde edilen sap çapına ait ortalamalar ve ilgili varyans analiz sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Sap çapı, bitkinin büyüme performansını, su ve besin maddesi taşınımını, dolayısıyla da verim potansiyelini doğrudan etkileyen önemli morfolojik özelliklerden biridir. Bu özellik üzerinde genetik yapı kadar çevresel faktörler, yetiştirme koşulları ve uygulanan gübreleme yöntemleri de belirleyici rol oynamaktadır.

Sap çapı, deneme yıllarına, yetiştirme koşullarına ve farklı gübre uygulamalarına bağlı olarak önemli değişimler göstermiştir. Genel olarak 2024 yılında kuru koşullarda, 2022 yılına kıyasla sap çapında belirgin bir düşüş görülürken, sulu koşullarda yıllar arasındaki değişim daha sınırlı kalmıştır. Ortalama değerlere göre kuru koşullarda 2022 yılında sap çapı 7,8 mm iken, 2024 yılında bu değer 4,8 mm'ye gerilemiştir. Sulu koşullarda ise 2022 yılında 7,7 mm olan ortalama sap çapı, 2024 yılında 5,3 mm olarak ölçülmüştür. Yıl etkisi, hem kuru hem de sulu koşullarda istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p < 0,01$; Tablo 6). İklim verilerine göre, aspir bitkisinin sap çapı üzerinde yağış, sıcaklık ve nispi nem önemli rol oynamaktadır. Yetiştirme ortamlarına göre gübre uygulamaları arasında deneme yıllarındaki farklılık, özellikle 2024 yılına ait yağış dağılımı ve sıcaklık değerleri ile yakından ilişkili olabilir. Bu durum, 2024 yılında bitkilerin çıkış ve gelişme döneminde gözlenen düşük yağış miktarına ve olumsuz çevresel koşullara bağlanabilir. 2022 yılında toplam yağış miktarının özellikle Mayıs-haziran aylarında yoğunlaşması, bitkinin çıkış ve gelişme döneminde su ihtiyacını karşılamış olabilir. Buna karşılık 2024'te yağış toplamı daha yüksek olsa da, büyük kısmının temmuz ayında düşmesi, kritik gelişim dönemi olan Mayıs-haziranda yetersiz kalmıştır (Tablo 1). Bu durum, özellikle kuru koşullarda ilk yıl sap büyümesini olumlu etkileyerek sap çapının kurak

şartlarda özellikle artmasına imkan tanımış olabilir. Büyüme mevsimi boyunca uzun süreli yüksek sıcaklıkların, büyümeyi sınırlayıcı bir faktör olabileceği rapor edilmiştir (Nola *et al.* 2020). Kuraklık sırasında bitkiler çoğu zaman topraktaki derin suya ulaşmak için kök sistemlerini geliştirerek bitki gelişimini destekleyebilirler (Barnabás *et al.* 2008; Fang and Xiong 2015). Diğer taraftan kurak koşullarda ve su yetersizliğinde bitkilerde sap yüksekliği ve çapında, yaprak sayısı ve yüzey alanında azalmalar görüldüğü belirtilmektedir (Qaderi *et al.* 2006). Bitkiler, yaşam döngüleri boyunca sıcaklıktan ve su eksikliğinden farklı şekillerde etkilendiği, vejetatif büyüme dönemindeki bitkilerin optimum sıcaklıklarının, generatif dönemindekilerden genellikle daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (Hatfield *et al.* 2011). Bu duruma ilave olarak, kolza bitkisinde yüksek sıcaklıklarda sap çapı, yaprak sayısı ve alanı ile su kullanım etkinliğinin azaldığı tespit edilmiştir (Qaderi *et al.* 2006; Slauenwhite and Qaderi 2013; Reardon and Qaderi 2017).

Tablo 6. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Sap Çapına (mm) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları

Gübre Uygulamaları	Yetiştirme Ortamı / Yıl					
	Kuru			Sulu		
	2022	2024	Ort	2022	2024	Ort
Kontrol (G₀)(%0)	8,6 a	4,5 cd	6,6 ab	7,8 b	5,3 c	6,5 c
Azot + Fosfor (G₁)(%100+%100)	7,9 bd	4,2 d	6,1 de	7,2 e	5,3 c	6,3 ef
Azot (G₂)(%100)	8,0 bc	4,5 cd	6,2 cd	8,7 a	5,9 b	7,3 a
Fosfor (G₃)(%100)	7,1 f	4,7 bc	5,9 e	7,8 b	4,4 f	6,1 fg
Sığır Gübresi (G₄)(%100)	7,4 ef	5,1 a	6,2 cd	7,3 de	5,3 c	6,3 de
Tavuk Gübresi (G₅)(%100)	8,1 b	5,3 a	6,7 a	7,7 bc	4,8 e	6,2 ef
Solucan Gübresi (G₆)(%100)	7,9 bd	5,0 a	6,5 bc	6,6 f	5,3 c	6,0 g
G₁ + G₄ (%50NP + %100 Sığır G)	7,8 cd	5,2 a	6,5 ab	7,5 cd	6,5 a	7,0 b
G₁ + G₅ (%50NP + %100 Tavuk G)	7,6 de	4,6 cd	6,1 de	7,8 b	5,2 cd	6,5 cd
G₁ + G₆ (%50NP + %100 Solucan G)	7,7 cd	5,0 ab	6,4 bc	8,5 a	4,8 de	6,6 c
Ortalama	7,8 a	4,8 b	6,3	7,7 a	5,3 b	6,5
Varyasyon Kaynakları	SD	F Değerleri				
Tekerrür	2					
Yıl (A)	1	8437,50**				
Gübre Uygulamaları (B)	9	13,27**	7,30**	8,874**	49,42**	21,88**
A x B	9	10,55**				
Hata (Yıl)	18					
Hata (Yıl Ort)	72					
CV		2,42	4,76	3,33	1,87	4,2

* F değeri ise $p < 0,05$ ve ** F değeri ise $p < 0,01$ ihtimal sınırında önemlidir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

Denemenin her iki yılında hem kuru hem de sulu koşullarda uygulanan gübreler arasında oluşan farklılıklar da istatistiksel olarak $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 6). Genel olarak 2022 yılında, özellikle kuru koşullarda sap çapı değerleri daha yüksek olurken, 2024 yılında düşüş gözlenmiştir. Kuru koşullarda 2022 yılında en yüksek sap çapı, kontrol (G₀) uygulamasında 8,6 mm ile elde edilmiştir. Bu uygulamayı sırasıyla tavuk gübresi (G₅) 8,1 mm, azot uygulaması (G₂) 8,0 mm, azot + fosfor (G₁) ve solucan gübresi (G₆) 7,9 mm ile izlemiştir.

En düşük sap çapı ise fosfor uygulamasında (G3) 7,1 mm ve sığır gübresinde (G4) 7,4 mm olarak kaydedilmiştir (Tablo 6). Sulu koşullarda 2022 yılı incelendiğinde, en yüksek sap çapı azot uygulamasında (G2) 8,7 mm olmuş, bunu G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) uygulaması (8,5 mm) takip etmiştir. Kontrol (G0), fosfor (G3) ve G1 + G5 (%50NP + %100 tavuk gübresi) uygulamalarında sap çapı 7,8 mm ile yüksek değerlere yakın olmuştur. En düşük değerler ise solucan gübresi (G6) uygulamasında 6,6 mm ve azot+fosfor (G2)'da 7,2 mm kaydedilmiştir (Tablo 6). Sulu koşullarda 2022 yılındaki sap çapı değerleri kuru koşullara yakın seyretmiş, ancak azot ve NP+organik kombinasyonlarıyla önemli artışlar görülmüştür (Tablo 6).

2024 yılı kuru koşullarda sap çapı değerleri, 2022 yılına göre genel bir düşüş göstermiştir. En yüksek değerler, tavuk gübresi (G5, 5,3 mm), G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 5,2 mm) ve sığır gübresi (G4, 5,1 mm) ve uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük değer ise azot+fosfor (G1, 4,2 mm) uygulamasında kaydedilmiştir. Bu durum, 2024 yılında kuru koşullarda özellikle tekli mineral gübre uygulamalarının etkisinin azaldığını, organik gübrelerin ise sap kalınlığı açısından daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir. Aynı yıl sulu koşullarında en yüksek sap çapı G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 6,5 mm) uygulamasında tespit edilmiştir. Bu uygulamayı 5,9 mm ile azot uygulaması (G2), 5,3 mm ile de kontrol (G0), azot + fosfor (G1), sığır gübresi (G4) ve solucan gübresi (G6) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değerler ise fosfor (G3, 4,4 mm) ve tavuk gübresi (G5, 4,8 mm) uygulamalarında kaydedilmiştir (Tablo 6). Sulu koşullarda 2024 yılında sap çapı değerlerinin kuru koşullara kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir, bu da bitki gelişiminde suyun önemli bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır.

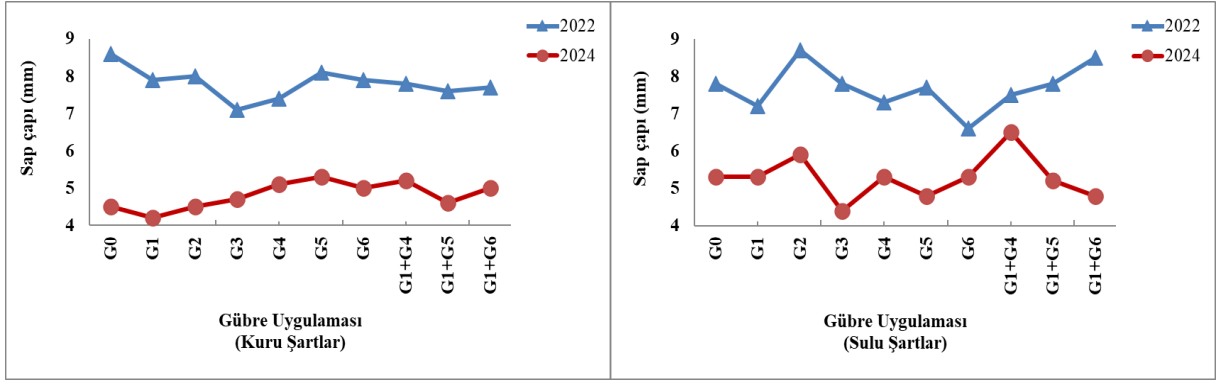
Genel ortalamalar incelendiğinde, kuru koşullarda en yüksek sap çapı tavuk gübresi (G5, 6,7 mm), kontrol (G0, 6,6 mm), ve G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 6,5 mm) uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük ortalama değerler ise G3 (%100 fosfor, 5,9 mm) ve G1 (%100 NP, 6,1 mm) uygulamasında kaydedilmiştir. Sulu koşullarda ise en yüksek ortalama sap çapı azot uygulamasında (G2, 7,3 mm) belirlenmiş, G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 7,0 mm) uygulaması ve G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi, 6,6 mm) takip etmiştir. En düşük değerler ise yalnız uygulanan organik gübrelerde tespit edilmiştir. G6 (solucan), G3 (fosfor), G5 (tavuk) ve G4 (sığır) uygulamalarında sırasıyla 6,0, 6,1, 6,2 ve 6,3 mm olarak kaydedilmiştir (Tablo 6). Yıllar ortalaması kuru ve sulu koşullarda gübre uygulamalarından elde edilen sap çapı değerleri arasında oluşan farklılıklar istatistiki olarak $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 6).

Kuru şartlarda sap çapı üzerine en belirgin artışı sağlayan gübreler, organik kaynaklı gübreler (özellikle sığır ve tavuk gübreleri) olmuştur. Bu durum, kısıtlı suyun bulunduğu koşullarda toprak fiziksel yapısını iyileştiren, su tutma kapasitesini artıran ve yavaş-yavaş besin salınımı yapan materyallerin bitki gelişimini daha iyi desteklediğini göstermektedir. Özellikle ahır gübresi başta olmak üzere bir çok organik gübrenin toprak özelliklerini büyük ölçüde iyileştirdiği, mineral gübre ihtiyacını azaltabildiği ve organik madde dengesi, toprak suyu ve su kullanım verimliliğini artırabildiği belirtilmiştir (Shaxson and Barber 2003; Rudrappa *et al.* 2006; Wang *et al.* 2013). Organik gübrelerin uygulanması kurak bölgelerde toprakların yoğun şekilde işlenmiş ve organik madde açısından fakir olması, dolayısıyla zayıf yapısal özellik göstermeleri nedeniyle oldukça önem arz ettiği Shirani *et al.* (2002) tarafından da bildirilmiştir. Ahır gübresinin bitki gelişimi için gerekli olan tüm makro besin elementlerini (N, P, K, Ca, Mg, S) sağlayabileceği ve ayrıca mikro besin elementleri (Fe, Mn, Cu ve Zn) içerebileceği belirtilmiştir (Jaga 2013). El-Ghamry (2011), organik gübrelerin bitki büyümesini artırma etkisini; içerdiği azot, fosfor ve potasyumun fotosentez, karbonhidrat taşınması, protein sentezi, iyon dengesi, stoma kontrolü, su kullanım etkinliği ve enzim aktiviteleri gibi temel fizyolojik süreçleri geliştirmesine bağlamaktadır. Bu besin elementlerinin bitki dokusunun oluşumundaki kritik rolleri nedeniyle organik gübre uygulamalarının bitki büyüme özelliklerini belirgin şekilde iyileştirdiğini bildirmiştir. Hiremeth and Biradar (2023), aspir bitkisinin organik gübre kaynaklarının ve dengeli besin içeriği sağlayan (organik ve mineral gübreler) kombinasyonların büyüme ve sap büyüklüğünü önemli ölçüde artırdığını belirtmişlerdir. Yine organik gübrelerin (vermicompost ve sığır gübresi gibi) ve bunların inorganik gübre ile birlikte uygulandığında aspir büyüme ve verim bileşenlerini etkilediği bildirilmiştir (Janmohammadi *et al.* 2016; Ashour *et al.* 2023). Çalışmamızda sap çapına ilişkin bulgular, organik gübrelerin (çiftlik gübresi gibi) kontrol ve kimyasal gübre uygulamalarına kıyasla mısır bitkisinde sap çapı ve yaprak alanını artırabildiğini gösteren Naderi and Ghadiri (2011) sonuçlarına benzerlik göstermektedir.

Sulanan parsellerde mineral (özellikle azot) gübre uygulamaları genellikle bitkinin hızlı ve yoğun besin alımına izin verebileceğinden dolayı vegetatif büyümeyi (dolayısıyla sap çapını) artırabilmektedir. Bununla birlikte organik gübre uygulamaları da sulu koşullarda önemli fayda sağlamakta; toprak yapısını ve su tutma kapasitesini iyileştirerek kök gelişimini destekleyebilmekte ve besin salınımı sürdürülebilir kılabilir. Araştırmada da sulu koşullarda azotlu gübrelemesinin uygulandığı parsellerin sap çapında artış gösterdiği; fakat organik uygulamaların da toprak biyolojik aktivitesini ve suyu bitki tarafından kullanılabilir hale getirmedeki rolü nedeniyle performansını koruduğu ve bazı kombinasyonlarda mineral gübrelerle (azot ve fosfor) iyi sonuçlar verebildiği anlaşılmaktadır. Sulu koşullarda organik

gübrelerin sap çapı üzerine etkisinin yetersiz kaldığı görülmekle birlikte, önerilen gübre miktarları yarı yarıya azaltılmış mineral gübrelerle birlikte uygulanmaları durumunda etkili oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle sulu koşullarda tek başına mineral gübre uygulamalarının kısa dönemde yüksek sap çapı sağlama potansiyeli olduğu, ancak organik+mineral gübre uygulamalarının toprak sağlığı ve sürdürülebilir üretim açısından daha avantajlı sonuçlar verebileceği söylenebilir. Özellikle vermikompost ve sığır gübreleri uygulamalarının sulu koşullarda toprak enzim aktivitelerini ve bitkinin besin alımını destekleyerek sap ve diğer morfolojik parametreleri olumlu etkilediğini gösteren güncel çalışmalar mevcuttur (Beyyavaş, 2025). Organik gübrelerin sulanan koşullarda verim ve bazı morfolojik karakterleri artırdığı, organik+mineral gübre uygulamalarının ise hem kısa hem uzun vadeli olumlu etki verdiği çeşitli çalışmalarda vurgulanmıştır (Feyzollahzadeh *et al.* 2014; Janmohammadi *et al.* 2016). Sulu ve kuru koşullar değerlendirildiğinde bazı çalışmalarda (Bagkhani and Farahbakhsh 2009; Ghobadi *et al.* 2022) kuru koşullarda aspir bitkisinin sap çapı ve bitki boyunun azaldığı bildirilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda (Esendal 1973; Polat 2007) sap çapı değerlerinin 0,6-0,12 cm arasında değiştiği vurgulanmışken, farklı olarak Sefaoğlu (2017) 0,42-0,57 cm arasında değiştiğini belirtmiştir.

Aspir bitkisinin sap çapı değerlerinin deneme yıllarına göre gübre uygulamalarında farklı değerler alması, her iki yetiştirme ortamında (kuru ve sulu) ayrı ayrı yıl × gübre uygulaması interaksiyonunun $p < 0,01$ seviyesinde önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 6). Bu sonuç, gübre uygulamalarının sap çapı üzerine etkisinin yıllara göre değiştiğini, yani aynı gübrenin farklı yıllarda farklı tepkiler oluşturduğunu göstermektedir. Kuru koşullarda 2022 yılında en yüksek sap çapı kontrol (G0, 8,6 mm) uygulamasından elde edilirken, 2024 yılında en yüksek değerler tavuk gübresi (G5, 5,3 mm) ve G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 5,2 mm) uygulamalarında belirlenmiştir. Sulu koşullarda 2022 yılında en yüksek sap  apı G2 (%100 azot, 8,7 mm) ve G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi, 8,5 mm) uygulamalarında belirlenmiştir. Ancak, 2024 yılında aynı uygulamalarda sap çapı değerleri belirgin şekilde düşmüş, en yüksek değer G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 6,5 mm) uygulamasında tespit edilmiştir. Benzer şekilde G2 (%100 azot) uygulamasında 2022 yılında 8,7 mm olan sap çapı, 2024 yılında 5,9 mm'ye gerilemiş; G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) uygulamasında ise 2022'de 8,5 mm iken 2024 yılında 4,8 mm olarak ölçülmüştür. Bu farklılıklar, gübre etkilerinin yıllara bağlı olarak değiştiğini göstermektedir (Tablo 6; şekil 7).



Şekil 7. Kuru ve sulu koşullarda aspir bitkisine uygulanan gübre çeşitleri ve bunların farklı uygulamalarının deneme yıllarına göre sap çapına etkisi

Tabla çapı (mm)

Organik ve inorganik gübrelerin tek başına ve bu gübrelerin karıştırılarak sulu ve kuru şartlarda uygulanmasından elde edilen tabla çapına ait ortalamalar ve ilgili varyans analiz sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.

Tabla çapı, aspir bitkisinin büyüme performansını ve dolayısıyla da verim potansiyelini doğrudan etkileyen önemli morfolojik özelliklerden biridir. Bu özellik üzerinde genetik yapı kadar çevresel faktörler, yetiştirme koşulları ve uygulanan gübreleme yöntemleri de belirleyici rol oynamaktadır.

Tabla çapı, deneme yıllarında, yetiştirme koşullarına ve farklı gübre uygulamalarına bağlı olarak önemli değişimler göstermiştir. Genel olarak 2024 yılında hem sulu hemde kuru koşullarda, 2022 yılına kıyasla tabla çapında belirgin bir düşüş görülmektedir. Ortalama değerlere göre kuru koşullarda 2022 yılında tabla çapı 24,6 mm iken, 2024 yılında bu değer 22,2 mm’ye gerilemiştir. Sulu koşullarda ise 2022 yılında 25,7 mm olan ortalama tabla çapı, 2024 yılında 22,1 mm olarak ölçülmüştür. Yıl etkisi, hem kuru hem de sulu koşullarda istatistiksel olarak $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 7). Bu çalışmanın yürütüldüğü süre boyunca özellikle yetiştirme mevsimlerinde sıcaklık, yağış miktarı ve dağılımı açısından iklim koşulları önemli ölçüde değişkenlik göstermiştir (Tablo 1). Çalışmanın ilk yılında, rozet dönemi sırasında bitkiler ikinci yıla kıyasla daha fazla yağış aldıkları gibi bu dönemde sıcaklıklarda daha az olmuştur. Bu durumun tabla çapını denemenin birinci yılında hem sulu hemde kuru koşullarda olumlu etkilediği düşünülmektedir. Saini and Westgate (2000), asperde üreme sürecinin tüm alt evrelerinin su yetersizliğine duyarlı olduğunu, ancak su stresinin özellikle üremenin en erken aşamalarında gerçekleştiğinde çiçek ve tohum sayısında belirgin azalmalara neden olduğunu ortaya koymuşlardır. Tabla çapı ve tabladaki tohum sayısındaki yıllara göre olan azalmanın olası bir nedenini Eslam (2011), su eksikliği

nedeniyle tablolara karbonhidrat taşınımının sınırlandırılması ile açıklamıştır. Steer and Harrigan (1986), aspride verimin başlıca bileşenlerinin tabla sayısı, tabla çapı ile tabla başına dolu tohum sayısının olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 7. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspr Bitkisinin Tabla Çapına (mm) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları

Gübre Uygulamaları	Yetiştirme Ortamı / Yıl					
	Kuru			Sulu		
	2022	2024	Ort	2022	2024	Ort
Kontrol (G₀)(%0)	24,8	20,1 d	22,4	24,6 d	23,0 ac	23,8 bd
Azot + Fosfor (G₁)(%100+%100)	24,6	21,6 bd	23,1	26,1 ac	21,3 ce	23,7 cd
Azot (G₂)(%100)	24,5	21,1 cd	22,8	26,2 ac	23,6 a	24,9 a
Fosfor (G₃ (%100)	24,0	21,5 cd	22,7	25,4 bd	20,1 e	22,8 d
Sığır Gübresi (G₄)(%100)	24,4	24,2 a	24,3	25,2 bd	22,1 ad	23,7 cd
Tavuk Gübresi (G₅)(%100)	25,5	22,9 c	24,2	26,8 a	22,3 ad	24,5 ac
Solucan Gübresi (G₆)(%100)	24,3	23,5 ab	23,9	26,1 ac	23,3 ab	24,7 ab
G₁ + G₄ (%50NP + %100 Sığır G)	25,2	22,3 ac	23,8	25,0 cd	21,7 be	23,3 d
G₁ + G₅ (%50NP + %100 Tavuk G)	24,5	22,2 bc	23,3	26,3 ab	22,8 ac	24,6 ac
G₁ + G₆ (%50NP + %100 Solucan G)	24,3	22,4 ac	23,4	25,6 ad	20,6 de	23,1 d
Ortalama	24,6 a	22,2 b	23,4	25,7 a	22,1 b	23,9
Varyasyon Kaynakları	SD	F Değerleri				
Tekerrür	2					
Yıl (A)	1		308,26**			111,03**
Gübre Uygulamaları (B)	9	0,531	3,39*	2,052	2,77*	3,53*
A x B	9		2,021			2,65*
Hata (Yıl)	18					
Hata (Yıl Ort)	72					
CV		4,31	5,04	4,66	2,75	4,82
						3,78

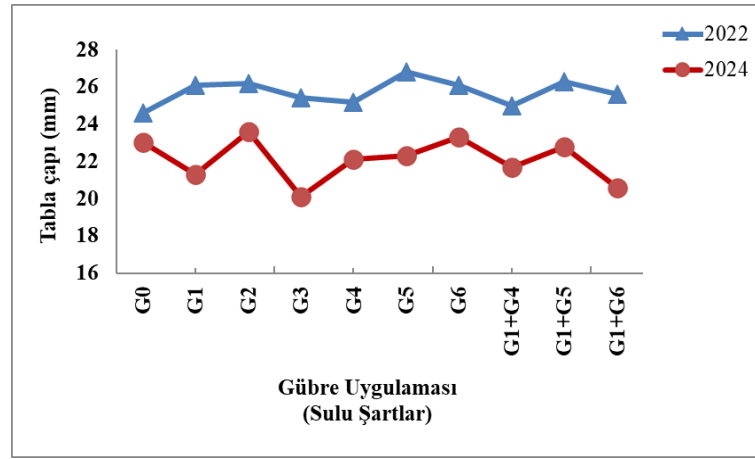
* F değeri ise $p < 0,05$ ve ** F değeri ise $p < 0,01$ ihtimal sınırında önemlidir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

Denemenin kuru koşullarında tabla çapında birinci deneme yılında (2022) gübre uygulamaları arasında farklılık belirlenmemişken, hem 2024 yılı kuru şartlarında hem de her iki deneme yılında sulu koşullarda uygulanan gübreler arasında oluşan farklılıklar da istatistiksel olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 7). Kuru koşullarda 2022 yılında en yüksek tabla çapı, G₅ (tavuk gübresi) uygulamasında 25,5 mm ve G₁+G₄ (%50 NP + %100 sığır gübresi)'de 25,2 mm ile elde edilmiştir. Bunları G₀, 24,8 mm), G₁ (NP, 24,6 mm), G₂ (azot, 24,5 mm), G₁+G₅ (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 24,5 mm), G₄ (sığır gübresi, 24,4 mm) ve G₆ (solucan gübresi, 24,3 mm) uygulamaları takip etmiştir. En düşük tabla çapı ise G₃ (fosfor) uygulamasında 24,0 mm olarak belirlenmiştir. Sulu koşullarda 2022 yılı incelendiğinde, en yüksek tabla çapı G₅ (tavuk gübresi) uygulamasında 26,8 mm ile elde edilmiştir. Bunu sırasıyla G₁+G₅ (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 26,3 mm), G₂ (azot, 26,2 mm), G₁ (NP, 26,1 mm), G₆ (solucan gübresi, 26,1 mm), G₁+G₆ (%50 NP + %100 solucan gübresi, 25,6 mm) ve G₃ (fosfor, 25,4 mm) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değerler G₀ (kontrol) ve G₄ (sığır gübresi) uygulamalarında 24,6 ve 25,2 mm olarak kaydedilmiştir (Tablo 7).

2024 yılı kuru koşullarda, tabla çapı değerleri 2022 yılına kıyasla genel bir düşüş göstermiştir. En yüksek tabla çapı değerleri G4 (sığır gübresi)'de 24,2 mm, G6 (solucan gübresi) uygulamasında 23,5 mm ve G5 (tavuk gübresi)'de 22,9 mm olmuştur. En düşük değer ise 20,1 mm ile kontrol (G0) uygulamasında belirlenmiştir. G2 (21,1 mm) ve G3 (21,5 mm) uygulamaları da düşük değerler vermiştir. Bu durum, 2024 yılında kuru koşullarda özellikle tekli mineral gübre uygulamalarının etkisinin azaldığını, buna karşın organik gübrelerin tabla çapı açısından daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir. Organik gübrelerin toprağın yapısını düzelterek su tutma kapasitelerini artırmaları bu durumun oluşmasına neden olabilir. Aynı yıl sulu koşullarda, en yüksek tabla çapı G2 (azot, 23,6 mm) ve G6 (solucan gübresi, 23,3 mm) uygulamalarında tespit edilmiştir. G3 (fosfor) 20,1 mm ve G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) 20,6 mm ile de en düşük değerleri vermişlerdir (Tablo 7).

Genel ortalamalar incelendiğinde gübre uygulamaları arasında kuru koşullarda istatistiksel olarak önemlilik olmadığı, sulu yetiştirme koşullarında ise $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu görülmüştür (Tablo 7). Kuru koşullarda en fazla tabla çapı G4 (sığır gübresi, 24,3 mm) ve G5 (tavuk gübresi, 24,2 mm) ve uygulamalarında belirlenirken, en düşük ortalama değerler G0 (kontrol, 22,4 mm) ve G3 (fosfor, 22,7 mm) uygulamalarında kaydedilmiştir. Sulu koşullarda en yüksek ortalama tabla çapı G2 (azot, 24,9 mm), G6 (solucan gübresi, 24,7 mm) ve G5 (tavuk gübresi, 24,5 mm) uygulamalarında tespit edilmiştir. En düşük değerler ise G3 (fosfor, 22,8 mm) ve G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi, 23,1 mm) uygulamalarında belirlenmiştir (Tablo 7).

Aspir bitkisinin tabla çapı değerlerinin deneme yıllarına göre gübre uygulamalarında farklı değerler alması, yalnızca sulu şartlarda yıl $\times$ gübre uygulaması interaksiyonunun $p < 0,05$ seviyesinde önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 4; Şekil 8). Sulu koşullarda 2022 yılında en yüksek tabla çapı G5 (%100 tavuk gübresi, 26,8 mm) ve G1+G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 26,3 mm) uygulamalarında belirlenmiştir. Ancak 2024 yılında aynı uygulamalarda tabla çapı değerleri belirgin şekilde düşmüş, en yüksek değer G2 (%100 azot, 23,6 mm) uygulamasında kaydedilmiştir. Benzer şekilde, G5 (%100 tavuk gübresi) uygulamasında 2022'de 26,8 mm olan tabla çapı, 2024'te 22,3 mm'ye; G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) uygulamasında ise 2022'de 25,6 mm iken, 2024'te 20,6 mm'ye gerilemiştir. Bu farklılıklar, gübre etkilerinin yıllara ve çevresel koşullara bağlı olarak değiştiğini açıkça göstermektedir (Tablo 7; Şekil 8).



Şekil 8. Sulu koşullarda aspir bitkisine uygulanan gübre çeşitleri ve bunların farklı uygulamalarının deneme yıllarına göre tabla çapına etkisi

Tabla Başına Tohum Sayısı (adet)

Tablo 8, kuru ve sulu koşullarda farklı gübre formları uygulanan aspir bitkisinin tabla başına tohum sayısına ait ortalama değerler ve varyans analiz sonuçlarını göstermektedir.

Deneme yıllarına göre tohum sayısında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Genel olarak 2024 yılında hem kuru hemde sulu koşullarında tabla başına tohum sayısı 2022 yılına göre düşüş göstermiştir. Kuru koşullarda 2022 yılında ortalama tohum sayısı 35,6 adet iken, 2024 yılında bu değer 27,8 adet olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde sulu koşullarda 2022 ve 2024 yıllarında ortalama tohum sayısı sırasıyla 39,9 ve 29,2 adet olarak elde edilmiştir. Kuru ve sulu yetiştirme ortamlarında yıllar arası farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur (Tablo 8). Tabladaki tohum sayısı açısından bitkinin sapa kalkma, dallanma ve çiçeklenme dönemlerindeki iklim koşulları büyük önem taşımaktadır. Bu gelişme evrelerinde sıcaklık ve yağış miktarı, tablada oluşacak tohum sayısını doğrudan etkilemektedir. Söz konusu dönemlerde nem yetersizliği ile yüksek sıcaklıkların görülmesi, tabladaki tohum sayısının azalmasına yol açmakta ve buna bağlı olarak, bitkideki tabla sayısı ile tablada bulunan tohum sayısı gibi verimi belirleyen temel kriterlerde düşüşlere neden olmaktadır (Esental 1981; Kolsarıcı ve Eda 2002). Bu durumda yetiştirme ortamlarına göre gübre uygulamaları arasında deneme yıllarındaki farklılık, özellikle 2024 yılına ait yağış dağılımı ve sıcaklık değerleri ile yakından ilişkili olabilir. Bu durum, 2024 yılında bitkilerin çıkış ve gelişme döneminde gözlenen düşük yağış miktarına ve olumsuz çevresel koşullara bağlanabilir. 2022 yılında toplam yağış miktarının (184,6 mm) özellikle Mayıs-haziran aylarında yoğunlaşması, bitkinin çıkış ve gelişme döneminde su ihtiyacını karşılamış olabileceği düşünülmektedir. Buna karşılık 2024'te yağış toplamı daha yüksek olsa da (324,7 mm), büyük kısmının Temmuz ayında (173,8 mm) düşmesi, kritik gelişim dönemi olan Mayıs-haziranda yetersiz kalmıştır. Haziran ayında sadece 9,5 mm yağış görülmesi ve sıcaklıkların daha yüksek seyretmesi (2024 Haziran 17,3 °C;

2022’de 15,9 °C) bitkiyi strese sokarak tabla gelişimini ve tohum sayısının azlamasına yol açmış olabilir (Tablo 1). Çiçeklenme ve tohum doldurma dönemlerinde karşılaşılan elverişsiz iklim koşullarına bağlı olarak tabla başına tohum sayısındaki azalmalar daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Cholak 1993; Tomar 1995; Cazzato *et al.* 1997; Dadashi 2004).

Tablo 8. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Tabla Başına Tohum Sayısına (adet) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları

Gübre Uygulamaları	Yetiştirme Ortamı / Yıl					
	Kuru			Sulu		
	2022	2024	Ort	2022	2024	Ort
Kontrol (G₀)(%0)	35,2 ac	26,7	31,0	38,2 de	32,3	35,2
Azot + Fosfor (G₁)(%100+%100)	35,2 ac	27,2	31,2	36,6 e	29,9	33,2
Azot (G₂)(%100)	32,7 c	27,3	30,0	37,9 de	29,2	33,5
Fosfor (G₃)(%100)	36,0 a	27,3	31,7	38,2 de	26,4	32,3
Sığır Gübresi (G₄)(%100)	36,4 a	29,7	33,0	44,9 a	28,2	36,5
Tavuk Gübresi (G₅)(%100)	37,5 a	28,8	33,1	43,0 ab	29,2	36,1
Solucan Gübresi (G₆)(%100)	35,8 ab	26,0	30,9	41,1 bc	30,3	35,7
G₁ + G₄ (%50NP + %100 Sığır G)	33,3 bc	29,7	31,5	40,0 cd	27,3	33,6
G₁ + G₅ (%50NP + %100 Tavuk G)	36,4 a	25,3	30,9	41,3 bc	30,4	35,8
G₁ + G₆ (%50NP + %100 Solucan G)	37,1 a	29,3	33,5	37,9 de	28,5	33,2
Ortalama	35,6 a	27,8 b	31,7	39,9 a	29,2 b	34,5
Varyasyon Kaynakları	SD	F Değerleri				
Tekerrür	2					
Yıl (A)	1		170,80**			326,33**
Gübre Uygulamaları (B)	9	2,87*	0,97	1,523	9,120**	0,667
A x B	9			1,286		
Hata (Yıl)	18					
Hata (Yıl Ort)	72					
CV		4,49	5,32	7,3	3,79	8,41

* F değeri ise p<0,05 ve ** F değeri ise p<0,01 ihtimal sınırında önemlidir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

Yetiştirme ortamlarında yıllara göre gübre uygulamaları arasında hem kuru hem de sulu şartlarda 2024 yılında istatistiki açıdan önemlilik olmamış, 2022 yılında kuru şartlarda gübre uygulamaları arasında p<0,05, sulu şartlarda ise p<0,01 seviyelerinde önemlilik belirlenmiştir (Tablo 8). 2022 yılında kuru koşullarda yapılan ölçümlerde en yüksek tabla başına tohum sayısı 37,5 adet ile G5 (tavuk gübresi) ve 37,1 adet ile G1 + G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) uygulamalarında gözlenmiş, bunları 36,4 adet ile G4 (sığır gübresi) ve G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi) uygulamaları izlemiştir. En düşük azot (G2) uygulamasında 32,7 adet olmuştur. Sulu koşullarda aynı deneme yılında en yüksek tabla başına tohum sayısı 44,9 adet ile G4 (sığır gübresi) uygulamasından elde edilmiş, bunu 43,0 adet ile G5 (tavuk gübresi) ve 41,3 adet ile G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi) uygulamaları takip etmiştir. En düşük G1 (%100 NP) uygulamasında 36,6 adet olmuştur (Tablo 8).

İkinci deneme yılında (2024) kuru koşullarda tabla başına tohum sayısı genel olarak azalmış, en yüksek değer 29,7 adet ile G4 (%100 sığır gübresi) ve G1 + G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi) uygulamalarında elde edilmiştir. G1 + G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) ve G5 (tavuk gübresi) uygulamalarında da sırası ile 29,3 ve 28,8 adet ile yine yüksek değerler belirlenmiştir. En düşük değer 25,3 adet ile G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi) uygulamasında tespit edilmiştir. 2024 yılında sulu koşullarda en yüksek tabla başına tohum sayısı kontrol uygulamasında (G0) 32,3 adet olmuş, 30,4 adet ile G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi) ve 30,3 adet ile G6 (%100 solucan gübresi) bu uygulamayı takip etmişlerdir. En düşük tabla başına tohum sayıları 26,4 adet ile G3 (fosfor) ve 27,3 adet ile G1 + G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi) uygulamalarından elde edilmiştir (Tablo 8).

Genel olarak organik gübre uygulamaları tabla başına tohum sayısını her iki ortamda da artmıştır. Rasti *et al.* (2015) bu durumu, organik gübrelerin toprakta azot, fosfor ve potasyumun bitki tarafından daha dengeli şekilde alınmasını sağlayarak üreme organlarının gelişimini ve sayısını desteklemesinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Bu uygulamalara ilaveten her iki ortamda (sulu ve kuru) özellikle kuru koşullarda organik gübreler ve kimyasal gübrelerin birlikte kullanımı tabla başına tohum sayısına artırıcı yönde etki etmişlerdir. Uygun seviyelerde inorganik ve organik gübre, kök gelişimini iyileştirerek, organik gübrenin içerdiği elementler ve mikroorganizma faaliyetleri sayesinde bitkinin besin ve su alımını ve fotosentezini artırarak daha iyi çiçeklenme ve tabla oluşumu ile sonuçlanabildiği belirtilmektedir (Taleshi et al 2011). Benzer sonuçlar, Naseri and Mirzaei (2010), Bitarafan *et al.* (2011) ve Galavi *et al.* (2012) tarafından da bildirilmektedir. Kubsad *et al.* (2008), aspiden elde edilen yüksek verim değerlerinin, inorganik gübrelerle birlikte uygulanan çiftlik gübresinden elde edilen besin maddelerinin daha fazla olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir (Kubsad *et al.* 2008). Afzal *et al.* (2017) tabla başına tohum sayısının (59,0), önerilen gübre dozlarından çiftlik gübresinin tamamının, azot ve fosfor dozlarının yarısından oluşan kombine uygulamasından alındığını belirtmişlerdir. Narayana *et al.* (2009) ve Sharma *et al.* (2009)'un çalışmaları, entegre gübre uygulamasının aspiden tabla başına düşen tohum sayısında önemli bir artış sağladığını bildirmişlerdir. Ayrıca, çalışma sonuçları organik ve inorganik gübrelerin entegre kullanımının tabla başına düşen tohum sayısını önemli ölçüde artırdığını bildiren Sharma *et al.* (2009) ve Kumar and Uppar (2007) çalışmalarının bulgularıyla da uyumludur. Benzer çalışmalarda yalnız organik gübrelerin ise bitki gelişimini, bitki başına tabla ve tohum sayısını önemli ölçüde arttırdığı belirtilmiştir (Naik *et al.* 2007; Sudhakar *et al.* 2008; Naik *et al.* 2010). Bunun nedenini Naik *et al.* (2010) ve Sudhakar *et al.* (2008), organik gübrelerin besin maddelerinin bitki tarafından daha etkin şekilde alınmasına bağlamışlardır. Çalışma sonuçlarımızdan farklı olarak, Cheraghi *et al.* (2016), buğdayda başakta tane sayısına organik gübre, vermikompost

gibi organik kökenli gübrelerin tek başına kullanımının önemli bir etkiye sahip olmadığını bildirmişlerdir. Uysal vd. (2006), tablada ortalama 21,9 adet tohum saptamışlar ve tablada tohum sayısının asperde önemli bir verim unsuru olduğu belirtilmiştir. Arslan ve Bayraktar (2015) ise kuru koşullarda tabladaki tohum sayısını ortalama 28,64 adet olarak bildirmişlerdir.

Genel ortalamalar incelendiğinde, kuru koşullarda ortalama tabla başına tohum sayısı en yüksek G4 (%100 sığır gübresi, 34,8 adet) ve G5 (%100 tavuk gübresi, 34,6 adet) uygulamalarında, en düşük değerler ise G2 (%100 azot, 31,8 adet) ve G6 (%100 solucan gübresi, 30,9 adet) uygulamalarında elde edilmiştir. Sulu koşullarda genel ortalama en yüksek G4 (%100 sığır gübresi, 36,5 adet) ve G5 (%100 tavuk gübresi, 36,1 adet) uygulamalarında, en düşük değerler G3 (%100 fosfor, 32,3 adet) ve G2 (%100 azot, 31,8 adet) uygulamalarında gözlenmiştir. Kuru ve sulu yetiştirme koşullarında yıllar ortalamasına göre uygulanan gübreler arasında tabla başına tohum sayısında oluşan farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Tablo 8).

Ekim sonrası yapılan sulamaların, nem mevcudiyetini artırarak kök gelişimini teşvik ettiği, bu sayede bitki daha derinlerden su ve besin alabildiği, fizyolojik süreçlerin geliştiği ve fotosentez ürünlerinin net asimilasyonu arttırdığı belirtilmiştir (Dashora and Sharma 2006). Ayrıca, fotosentez ürünlerinin daha etkin taşınması, bitki gelişimini ve kuru madde üretimini arttırdığı bildirilmiştir (Singh and Singh 1989). Bunların sonucunda daha fazla çiçek tablası ve tabla başına daha yüksek tohum sayısının elde edildiği, bu durumun doğrudan verim parametrelerini ve toplam ürün verimini artırdığı ifade edilmiştir (Singh *et al.* 2016). Öztürk vd (2008), sulu koşullarda tabla başına tohum sayısının kuru koşullara göre daha yüksek olduğunu ve tabla başına tohum sayısının yıllara göre önemli ölçüde değiştiğini bildirmiştir. Jabbari *et al.* (2010), sulamanın tabla başına tohum sayısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, en yüksek tabla başına tohum sayısının çiçeklenme ve tabla oluşum dönemlerinde yapılan sulama ile 26,56 adet olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde, Zarghami *et al.* (2011) kuraklığın özellikle çiçeklenme ve tabla oluşum dönemlerinde aspir tohum verimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, yıl x gübre uygulamaları etkileşiminin tabla başına tohum sayısı bakımından etkili olmadığı gözlemlenmiş ve her iki yetiştirme koşulunda istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 8).

Bin Tane Ağırlığı (g)

Deneme faktörlerine göre aspir bitkisinde tespit edilen bin tane ağırlığına ait ortalamalar ve ilgili varyans analiz sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

Bin tane ağırlığı, deneme yıllarına, yetiştirme koşullarında gübre uygulamalarına bağlı olarak istatistiksel açıdan önemli farklılıklar göstermiştir. Genel olarak, 2024 yılında hem kuru hem de sulu koşullarda bin tane ağırlığı değerlerinin 2022 yılına kıyasla artış gösterdiği belirlenmiştir. Kuru koşullarda 2022 yılında ortalama bin tane ağırlığı 45,1 g iken, 2024 yılında 52,5 g olmuştur. Benzer şekilde, sulu koşullarda da 2022 yılında ortalama bin tane ağırlığı 46,3 g iken, 2024 yılında 53,5 g olarak ölçülmüştür. Yıllar arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Tablo 9). Bin tane ağırlığı doğrudan tohum dolum aşamasındaki net asimilasyonların ve çevresel stresin bir göstergesidir. Özellikle çiçeklenme dönemindeki iklim koşullarıyla doğrudan ilişkili önemli bir verim bileşenidir. 2022 ve 2024 araştırma yıllarında oluşan iklim farklılıkları bin tane ağırlığı arasındaki değişimde etkili olmuştur. 2024 yılı, 2022'ye göre belirgin şekilde daha fazla yağış almıştır. Özellikle 2024 yılında bitki gelişim dönemi olan temmuz ayındaki yüksek yağış (173,8 mm), 2022'deki (5,8 mm) kurak temmuz ayına göre ciddi bir fark oluşturmuştur. Özellikle tohum dolum dönemi olan aylarda oluşan yüksek sıcaklık ve düşük nemlilik kuraklık ve yüksek sıcaklık stresine işaret ederek bin tane ağırlığı değerlerinde azalmaya neden olabilmektedir. Bu durum, tohum dolum aşamasındaki kuraklık ve sıcaklık stresinin, fotosentetik verimliliği azaltması ve erken olgunlaşmaya yol açarak tanenin tam dolmasını engellemesi ile açıklanabilir. Beyyavaş *et al.* (2011), genotip ve ekolojik koşulların bin tane ağırlığı üzerinde etkili iki temel faktör olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, Bayraktar (1991) da büyüme mevsiminde kurak hava koşulları ve düşük nispi nemin aspir bitkisinde çiçeklenme süresini kısalttığını, bunun da daha küçük ve cılız tohum oluşumuna yol açtığını belirtmiştir. Yeterli su temini, fotosentetik etkinliği ve karbon asimilasyonunu artırarak tane dolum süresinin uzamasına ve tanelerde daha fazla kuru madde birikmesine olanak sağlamaktadır (Farooq *et al.* 2012; Kaya vd 2013). Buna karşılık, kuru koşullarda su yetersizliği nedeniyle bitkilerde erken olgunlaşma eğilimi görülmekte, bu durum tane gelişiminin sınırlanmasına ve bin tane ağırlığının azalmasına yol açmaktadır. Ayrıca, su stresinin hücresel turgoru düşürerek besin elementlerinin taşınmasını ve dolayısıyla tane dolum sürecinde karbonhidrat ve protein birikimini olumsuz etkilediği de bildirilmektedir (Blum 2011). Çiçeklenme ve tohum doldurma dönemlerinde karşılaşılan elverişsiz iklim koşullarına bağlı olarak tohum ağırlığındaki azalmalar daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Cholak 1993; Tomar 1995; Cazzato *et al.* 1997; Dadashi 2004).

Tablo 9 incelendiğinde, hem kuru hem de sulu koşullarda gübre uygulamaları bin tane ağırlığı üzerine etkili olmuş, istatistiksel olarak bu etkiler sulu koşullarda 2024 yılında $p<0,05$, 2022 ve 2024 yıllarında kuru, 2022 yılında sulu koşullarda $p<0,01$ seviyesinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 9). Kuru koşullarda, 2022 yılında en yüksek bin tane ağırlığı G1 (azot + fosfor, 47,0 g) ve G5 (tavuk gübresi, 46,1 g) uygulamalarından elde edilirken, bu

uygulamaları G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 45,4 g) ve G6 (solucan gübresi, 45,3 g) izlemiştir. En düşük değerler ise G3 (fosfor, 43,8 g) ve G4 (sığır gübresi, 43,9 g) uygulamalarında kaydedilmiştir. Aynı yıl sulu koşullarda ise en yüksek değerler kontrol (G0, 47,8 g), G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 47,4 g), G4 (sığır gübresi, 47,2 g) ve G5 (tavuk gübresi, 47,1 g) uygulamalarında elde edilmiştir. En düşük değerler ise G6 (solucan gübresi, 44,6 g) ve G3 (%100 fosfor, 44,9 g) uygulamalarında belirlenmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Bin Tane Ağırlığına (g) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları

Gübre Uygulamaları	Yetiştirme Ortamı / Yıl					
	Kuru			Sulu		
	2022	2024	Ort	2022	2024	Ort
Kontrol (G₀) (%0)	45,2 bd	49,8 c	47,5 d	47,8 a	49,8 d	48,8 b
Azot + Fosfor (G₁) (%100+%100)	47,0 a	53,3 ab	50,1 a	46,1 be	53,2 ac	49,7 ab
Azot (G₂) (%100)	44,8 be	53,8 a	49,3 ac	45,3 de	55,0 ab	50,2 ab
Fosfor (G₃) (%100)	43,8 e	47,7 d	45,8 e	44,9 e	52,3 bd	48,6 b
Sığır Gübresi (G₄) (%100)	43,9 de	53,2 ab	48,6 c	47,2 ac	54,8 ac	51,0 a
Tavuk Gübresi (G₅) (%100)	46,1 ab	53,7 ab	49,9 ab	47,1 ac	52,2 cd	49,6 ab
Solucan Gübresi (G₆) (%100)	45,3 bc	52,2 b	48,7 c	44,6 e	53,8 ac	49,2 b
G₁ + G₄ (%50NP + %100 Sığır G)	44,5 ce	53,6 ab	49,1 bc	45,6 ce	53,7 ac	49,6 ab
G₁ + G₅ (%50NP + %100 Tavuk G)	45,4 bc	54,1 a	49,8 ab	47,4 ab	54,9 ac	51,2 a
G₁ + G₆ (%50NP + %100 Solucan G)	44,9 be	53,8 a	49,3 ac	46,5 ad	55,4 a	51,0 a
Ortalama	45,1 b	52,5 a	48,8	46,3 b	53,5	49,9
Varyasyon Kaynakları	SD	F Değerleri				
Tekerrür	2					
Yıl (A)	1		1062,36**			4776,70**
Gübre Uygulamaları (B)	9	4,58**	16,18**	14,44**	4,42**	3,264*
A x B	9		8,16**			2,83*
Hata (Yıl)	18					
Hata (Yıl Ort)	72					
CV		1,71	1,77	1,72	2,04	3,1
						2,67

* F değeri ise p<0,05 ve ** F değeri ise p<0,01 ihtimal sınırında önemlidir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

2024 yılında kuru koşullarda en yüksek bin tane ağırlığı, 54,1 g ile G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi) ve 53,8 g ile de G2 (azot) ve G1 + G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) uygulamalarında tespit edilmiştir. Benzer şekilde G1 + G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 53,6 g), G1 (azot + fosfor, 53,3 g) ve G4 (sığır gübresi, 53,2 g) uygulamaları da yüksek değerler sağlamıştır. En düşük değerler ise G3 (fosfor)'de 47,7 g ve G0 (Kontrol)'da 49,8 g olarak kaydedilmiştir. Aynı yıl sulu koşullarda en yüksek bin tane ağırlığı G1 + G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) uygulamasında 55,4 g, G2 (azot) uygulamasında 55,0 g ve G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi) uygulamasında 54,9 g olmuştur. Buna karşılık en düşük değerler G5 (tavuk gübresi, 52,2 g) ve G3 (fosfor, 52,3 g) ve uygulamalarında belirlenmiştir (Tablo 9).

2022 yılında kuru şartlarda %100 azot ve fosfor (G1) kombinasyonu tohum ağırlığını önemli ölçüde artırması, tane ağırlığının genetik yapı, çevresel koşullar ve özellikle azot ile fosfor gibi temel besin elementleriyle kontrol edilmesiyle açıklanabilir (Shafi *et al.* 1992).

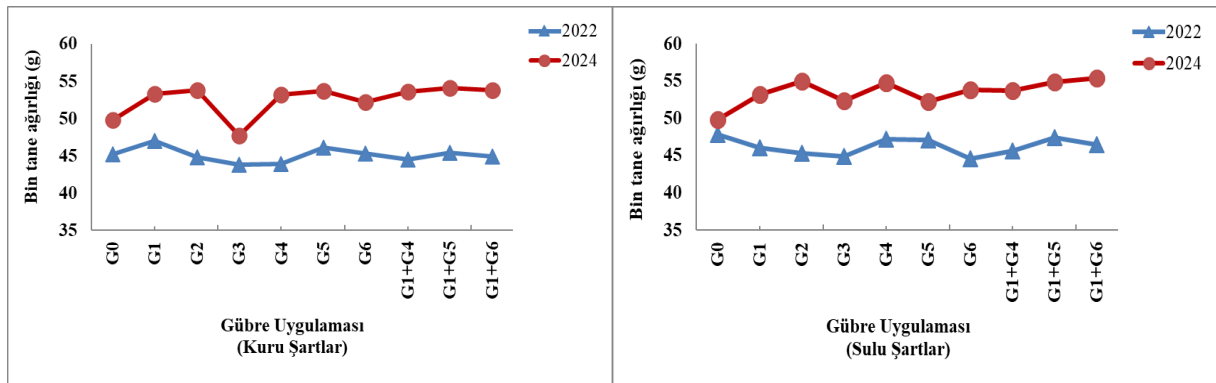
Fosforlu gübre ile azot uygulaması, yüksek fosfor düzeylerinde bitkilerin fosfor alımını artırmış olabilir (Lickfett *et al.* 1999). Yine, kuraklık başlangıcından önce N+P'nin hızlı besin desteği, tohum dolumu için gereken asimilasyonları daha erken bir zamanda biriktirerek bintane ağırlığını artırmış olabilir. Azot ve fosfor erken büyüme döneminde bitkinin stres koşullarına karşı güçlü ve derin kök sistemi oluşturmasını teşvik edebilmektedir. Kuru koşullarda, mineral gübreler toprağa hızlıca entegre olduğu ve organik gübreler gibi mineralize olmak için neme ihtiyaç duymadığı için, bitki mevcut sınırlı nemi kullanmadan önce besinleri hızla alabilir (Marschner 2012). Yine tavuk gübresi, diğer çiftlik gübrelerine göre daha yüksek oranda N ve P içermesi, daha hızlı ayrışma potansiyelinin ve yüksek besin yoğunluğuna sahip olması kuru ortamlarda ön plana çıkmasına neden olmuş olabilir. Ancak 2024 yılında aynı kombinasyonun etkisinin azalması, ekolojik koşullardaki farklılıklardan kaynaklanmıştır. Buna karşın, yalnızca %100 azot uygulaması 2024'te kuru koşullarda daha yüksek tohum ağırlığı sağlaması azotun tohum yapısında en fazla bulunan besin elementi olması protein sentezi ve enzim aktivitelerinde aktif rol üstlenmesiyle ilişkilidir. Aspirde azot uygulamasının diğer gübrelerin tek başına uygulanmasına göre Heidari and Mohamadi (2014) biyomas, klorofil içeriği ve tane verimini, benzer şekilde Esendal (1981)'da azotlu gübrenin özellikle ikinci ve üçüncü yan tablalarda oluşan tanelere olumlu etki yaparak 1000 tane ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir. Rastgou *et al.* (2013) yağışa bağlı yetiştirildiği koşullarda aspir 1000 tane ağırlığını azot uygulamalarının belirli oranlarda artırdığını, Strasil and Vorlicek (2002) ise azotlu gübrelemenin 1000 tane ağırlığını etkilemediğini rapor etmişlerdir. Düşük yağış koşullarında topraktaki besin alımı sınırlı olduğundan azot + fosfor kombinasyonunun etkinliği azalırken, tek başına azot avantaj sağladığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla kuru koşullarda gübre uygulamalarının etkinliği yılın iklimine bağlı olarak değiştiği, kurak yıllarda inorganik gübrelerin daha avantajlı olduğu görülmektedir. 2022 yılında sulanan koşullarda dahi tane ağırlığında azalış görülmesi, iklimsel faktörlerin (özellikle yüksek sıcaklık ve düzensiz yağış dağılımı) sulamanın etkisini sınırlandırmış olabileceğini göstermektedir. Kaya vd (2018), aspir bitkisinde sulama yapılmasına rağmen yağış ve sıcaklık dağılımındaki düzensizliklerin bitki gelişimini olumsuz etkileyebildiğini rapor etmişlerdir. Genel olarak sulu koşullarda inorganik gübrelerin dengeli uygulanması ve organik gübrelerin kullanımıyla sağlanan besin tedariği ve topraktaki organik madde katkısı, toprak yapısını önemli ölçüde iyileştirmiş olabilir. Bu iyileşme, toprak ortamını daha fazla nem ve besin tutma, daha iyi havalanma ve artan mikrobiyal aktivite yönünde değiştirmiş; bu da besin alımını, büyüme ve verim bileşenlerini ve sonuç olarak aspir bin tane ağırlığını dolayısıyla verimi olumlu yönde etkilemiştir. Bu sonuçlar Nalatwadmath *et al.* (2003)'nin bulgularına benzerlik göstermektedir. Nogales *et al.* (2005), toprakta artan azot

içeriğinin ve buna bağlı olarak bitki gelişiminin organik gübrelerin uygulanması ile daha hızlı olabileceğini, sonuçta verimin artabileceğini belirtmişlerdir.

Ayrıca, organik gübrelerin (özellikle solucan gübresi) mineral gübrelerle birlikte kullanılması, toprakta mikrobiyal aktiviteyi artırmakta ve besinlerin daha etkin alınmasına katkı sağlamaktadır (Bitarafan *et al.* 2011). Solucan gübresinin organik madde içeriği toprak yapısını iyileştirerek su tutma kapasitesini artırabildiği; ancak yüksek sıcaklık ve düzensiz yağış koşullarında bu etkinin sınırlı kalabileceği düşünülmektedir. Singh *et al.* (2016), sulama ile birlikte organik ve inorganik gübre uygulamalarının kök gelişimini ve tane verimini artırdığını, ancak sıcaklık stresinin bu faydayı azaltabildiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Zhang *et al.* (2014), yüksek sıcaklıkta azot etkinliğinin azaldığını ve buna bağlı olarak tane büyümesinin sınırlandığını rapor etmişlerdir. Bu bağlamda, 2022’de gözlenen azalış, azot etkinliğinin çevresel koşullardan etkilendiğini ve organik gübrelerin etkisinin yıl bazında değişkenlik gösterebildiğini ortaya koymaktadır. Taleshi *et al.* (2011) solucan gübresi ve kimyasal gübre uygulamasının bin tane ağırlığını artırdığını belirtmişler, benzer sonuçların alındığını Naseri and Mirzaei (2010), Bitarafan *et al.* (2011) ve Galavi *et al.* (2012)’da bildirmişlerdir. Alzamel *et al.* (2022) bu uygulamaların aksine, inorganik gübre uygulamasının 1000 tane ağırlığı açısından en iyi sonuçları verdiğini, inorganik ile organik gübrelerin arasında önemli bir fark oluşmadığını belirtmişlerdir. Diğer bir çalışmada (Kubsad *et al.* 2008) aspir bitkisinin üstün performans göstermesinin, organik gübrelerin inorganik gübrelerle birlikte uygulanması sonucunda besin maddelerinin daha iyi kullanılabilir olmasına bağlanmıştır. Benzer bir eğilim, Singh and Rai (2004) ve Naik *et al.* (2010) tarafından da sentetik ve ahır gübresi gübrelerinin birlikte uygulanmasının asperde 1000 tohum ağırlığında önemli farklılıklar oluşturduğu belirtilmiştir.

Kuru ve sulu koşulların yıllar ortalaması değerlendirildiğinde, bin tane ağırlığı üzerine gübre uygulamalarının etkisinin istatistiksel olarak kuru yetiştirme koşullarında $p<0,01$, sulu koşullarda $p<0,05$ seviyelerinde önemli olduğu görülmektedir (Tablo 9). Kuru koşullarda yıllık ortalama en yüksek bin tane ağırlığı değerleri G1’de 50,1 g, ve G5’de 49,9 g olmuş, 49,8 g ile G1 + G5 ve 49,3 g ile G2 ve G1 + G6 uygulamaları yüksek değerleri takip etmişlerdir. En düşük değerler ise G3 (fosfor) ve G0 (kontrol) uygulamalarında sırasıyla 45,8 ve 47,5 g olmuştur. Sulu koşullarda ise yıllık ortalama en yüksek değerler G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi)’de 51,2 g ve G1 + G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) ile G4 (sığır gübresi) uygulamalarında 51,0 g olarak belirlenmiştir. Bu uygulamaları G2 (azot) 50,2 g ile takip etmiştir. Daha düşük bin tane değerleri ise fosfor gübresinde (G3) 48,6 g ve kontrolde (G0) 48,8 g tespit edilmiştir (Tablo 9).

Tüm faktörler birlikte değerlendirildiğinde, yıllara göre gübre uygulamalarında aspir bitkisinin bin tane ağırlığının değişik değerler alması, her iki yetiştirme koşulunda da (kuru ve sulu) yıl $\times$ gübre uygulaması interaksiyonunun $p < 0,01$ seviyesinde önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 9). Bu durum, gübrelerin bin tane ağırlığı üzerine etkisinin yıllara göre değiştiğini, aynı gübre uygulamasının farklı yıllarda farklı etkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Örneğin, kuru koşullarda 2022 yılında en yüksek değerler G1 (47,0 g) ve G5 (46,1 g) uygulamalarında elde edilirken, 2024 yılında en yüksek değerler G1 + G5 (54,1 g), G2 ve G1 + G6 (53,8 g) uygulamalarında kaydedilmiştir. Benzer şekilde sulu koşullarda, 2022 yılında G0 (47,8 g), G1 + G5 (47,4 g) ve G4 (47,2 g) uygulamaları öne çıkarken, 2024 yılında en yüksek değerler G1 + G6 (55,4 g) ve G2 (55,0 g) uygulamalarında tespit edilmiştir (Tablo 9; Şekil 9).



Şekil 9. Kuru ve sulu koşullarda aspir bitkisine uygulanan gübre çeşitleri ve bunların farklı uygulamalarının deneme yıllarına göre bin tane ağırlığına etkisi

Tohum Verimi (kg/da)

Deneme faktörlerine göre aspir bitkisinde tespit edilen tohum verimine ait ortalamalar ve ilgili varyans analiz sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Dekara verim, deneme yıllarına, yetiştirme koşullarına ve gübre uygulamalarına bağlı olarak istatistiksel açıdan önemli farklılıklar göstermiştir. Genel olarak, sulu koşullarda kuru koşullara kıyasla daha yüksek tohum verim değerleri elde edilmiştir. Kuru koşullarda 2022 yılında ortalama tohum verimi 193,4 kg/da iken, 2024 yılında bu değer 185,6 kg/da olmuştur. Benzer şekilde, sulu koşullarda da 2022 yılında ortalama tohum verimi 270,4 kg/da iken, 2024 yılında 193,0 kg/da olarak ölçülmüştür. Kuru ve sulu koşullarda yıllar arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur (Tablo 10). Kuru ve sulu koşullar arasında belirlenen tohum verimi farkı, çevresel faktörlerin aspir bitkisinin fizyolojik gelişimi üzerindeki etkisinden kaynaklanmaktadır. Kuru koşullarda toprak neminin yetersizliği, bitkinin fotosentetik aktivitesini, karbon asimilasyonunu ve dolayısıyla tohum doldurma sürecini sınırlandırabilmektedir (Singh *et al.* 2020). Bu nedenle her iki ortamda da 2024 yılında gözlenen verim düşüşleri muhtemelen o yılın daha düşük yağış miktarı veya düzensiz

dağılımından kaynaklanabilir. Diğer bir ifade ile, gübrelerin ikinci deneme yılının verim üzerindeki düşük etkisinin daha elverişsiz iklim koşullarından yani büyüme mevsiminin çok sıcak ve kurak olmasıyla besin alımlarının sekteye uğramış ve gecikmiş olmasıyla açıklanabilir. Şöyleki, toplam yağışın büyük kısmının temmuz ayında (173,8 mm) düşmesi, kritik gelişim dönemi olan mayıs-haziranda yetersiz kalması, haziran ayında sadece 9,5 mm yağış görülmesi ve sıcaklıkların daha yüksek seyretmesi (2024 Haziran 17,3 °C; 2022'de 15,9 °C) verimin düşmesine neden olmuş olabilir. Gübre kaynaklarından mineralizasyon oranı, kurak ve sıcak dönemlerde daha yavaş görülmektedir. Temmuz ayı ile artan yağış ve düşük sıcaklıklar ise besin mineralizasyonunu yeterince aktive edememiştir (Tablo 1). İlk deneme yılında tane verimindeki artışa olumlu etkisinin iyi ve uygun iklim koşullarıyla birlikte oluşabildiği ifade edilebilir. Böylece, olumlu koşullar gübrelerden besin mineralizasyonunu artmış, dolayısıyla bu faktörler daha iyi bir verimin elde edilmesine yardımcı olmuş olabilir. Warman and Havard (1998), iklim koşullarının, bitki üretimini gübreleme türünden daha fazla etkilediği sonucuna varmışlardır.

Tablo 10. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Tohum Verimine (kg) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları

Gübre Uygulamaları	Yetiştirme Ortamı / Yıl					
	Kuru			Sulu		
	2022	2024	Ort	2022	2024	Ort
Kontrol (G ₀)(%0)	174,2 de	162,0 e	168,1 e	210,5 e	159,2 c	184,9 f
Azot + Fosfor (G ₁)(%100+%100)	178,8 de	189,2 bc	184,0 cd	224,2 e	213,7 a	219,0 de
Azot (G ₂)(%100)	173,8 de	166,9 de	170,3 e	344,2 a	227,3 a	285,8 a
Fosfor (G ₃)(%100)	185,6 d	197,7 b	191,7 c	278,5 bd	187,1 b	232,8 cd
Sığır Gübresi (G ₄)(%100)	291,0 a	232,6 a	261,8 a	265,1 cd	190,9 b	228,0 d
Tavuk Gübresi (G ₅)(%100)	165,3 ef	180,6 bd	172,9 de	267,4 cd	158,4 c	212,9 e
Solucan Gübresi (G ₆)(%100)	224,8 b	196,1 b	210,5 b	254,7 d	197,0 b	225,8 de
G ₁ + G ₄ (%50NP + %100 Sığır G)	157,6 f	191,8 b	174,7 de	276,1 bd	216,2 a	246,2 bc
G ₁ + G ₅ (%50NP + %100 Tavuk G)	176,1 de	166,3 de	171,2 e	293,4 b	225,5 a	259,4 b
G ₁ + G ₆ (%50NP + %100 Solucan G)	206,7 c	173,3 ce	190,0 c	290,0 bc	154,5 c	222,3 de
Ortalama	193,4	185,6	189,5	270,4 a	193,0 b	231,7
Varyasyon Kaynakları	SD	F Değerleri				
Tekerrür	2					
Yıl (A)	1		5,34			482,95**
Gübre Uygulamaları (B)	1	58,55**	13,12**	54,12**	19,20**	26,36**
A x B	9			12,33**		
Hata (Yıl)	18					
Hata (Yıl Ort)	72					
CV		4,63	5,41	5,02	5,44	4,9
						5,33

* F değeri ise p<0,05 ve ** F değeri ise p<0,01 ihtimal sınırında önemlidir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Tablo 10 incelendiğinde, hem kuru hem de sulu koşullarda gübre uygulamaları dekara verim üzerine etkili olmuş, istatistiksel olarak bu etkiler her iki yetiştirme koşulunda p<0,01 seviyesinde önemli olmuştur (Tablo 10). Kuru koşullarda, 2022 yılında en yüksek dekara verim G₄ (sığır gübresi) uygulamasında 291,0 kg/da olmuştur. G₆ (solucan gübresi) 224,8 kg/da, G₃

(fosfor) 185,6 kg/da ve G1 (azot + fosfor) 178,8 kg/da ile bu uygulamayı takip etmişlerdir. En düşük verimler ise 157,6 ve 165,3 kg/da olan G1 + G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi) ve G5 (tavuk gübresi) uygulamalarında kaydedilmiştir. Sulu koşullarda 2022 yılı sonuçları daha belirgin farklılık ortaya koymuştur. En yüksek tohum verimi azot (G2) uygulamasında 344,2 kg/da olarak kaydedilmiş, bu değer kuru koşullardaki en yüksek değerden yaklaşık %18 daha yüksek bulunmuştur. Verim açısından %50 NP + %100 tavuk gübresi (G1 + G5) 293,4 kg/da ve %50 NP + %100 solucan gübresi (G1 + G6) 290,0 kg/da ile ikinci ve üçüncü sırada yer almıştır. Buna karşın, en düşük tohum verimi hiç gübre verilmeyen kontrol (G0) uygulamasında 210,5 kg/da olarak belirlenmiş, G1 (azot + fosfor) uygulamasında 224,2 kg/da ve G6 (solucan gübresi)'da 254,7 kg/da olan verim değerleri ile yine düşük olmuştur (Tablo 10).

2024 yılında kuru koşullarda, en yüksek tohum verimi yine sığır gübresi (G4) uygulamasında 232,6 kg/da olarak ölçülmüş, bu değer 2022'deki 291,0 kg/da'lık seviyeye göre düşüş göstermiştir. Fosfor (G3) uygulaması 197,7 kg/da, solucan gübresi (G6) 196,1 kg/da ve %50 NP + %100 sığır gübresinde (G1 + G4) 191,8 kg/da verim değerleri ile G4 uygulamasını takip etmişlerdir. En az verim gübresiz kontrol (G0) uygulamasında 162,0 kg/da olmuştur. Yine %50 NP + %100 tavuk gübresi (G1 + G5) 166,3 kg/da'lık ve azot (G2) 166,9 kg/da'lık düşük verim değerleri ile bu uygulamanın yanında yer almışlardır (Tablo 10). Sulu koşullarda 2024 yılı verimleri ise genel olarak 2022 yılına göre düşüş göstermiştir. En fazla verimler azot (G2) ve %50 NP + %100 tavuk gübresi (G1 + G5) uygulamalarında 227,3 ve 225,5 kg/da olarak belirlenmiştir. %50 NP + %100 sığır gübresinde (G1 + G4) 216,2 kg/da ve azot + fosfor (G1)'da 213,7 kg/da olan yüksek verimler bu uygulamaların yanında yer almışlardır. En az verim değerleri ise sırasıyla %50 NP + %100 solucan gübresinde (G1 + G6) 154,5 kg/da, tavuk gübresinde (G5) 158,4 kg/da ve kontrolde (G0) 159,2 kg/da olarak tespit edilmiştir (Tablo 10).

Kuru ve sulu koşulların yıllar ortalaması değerlendirildiğinde, tohum verimi üzerine gübre uygulamalarının etkisinin istatistiksel olarak kuru ve sulu koşullarda $p < 0,01$ seviyelerinde önemli olduğu görülmektedir (Tablo 10). Kuru koşullarda yıllık ortalama en fazla tohum verim değerleri 261,8 kg ile sığır (G4) ve 210,5 kg ile solucan (G6) gübreleri uygulamalarında olmuş, G3 (191,7 kg/da) ve G1 + G6 (190,0 kg/da) uygulamaları bu yüksek değerleri takip etmişlerdir. En az verimler ise G2 (azot), G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi) ve G5 (tavuk) uygulamalarında sırasıyla 170,3, 171,2 ve 172,9 kg/da kaydedilmiştir. Sulu koşullarda ise yıllık ortalama en fazla verim kuru koşullardakinin aksine G2 (azot) uygulamasından 285,8 kg/da elde edilmiş, diğer yüksek verimler G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 259,4 kg/da) ve G1 + G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 246,2 kg/da) uygulamalarında belirlenmiştir. Bu uygulamaları G3 (232,8 kg/da) ve G6 (225,8 kg/da) takip

etmiştir. En az dekara verim değerleri ise 184,9 ve 212,9 kg/da olarak G0 (kontrol) ve G5 (tavuk gübresi) uygulamalarında tespit edilmiştir (Tablo 10).

Kuru koşullarda organik gübre uygulamalarının avantajı belirgindir. Denemenin özellikle ikinci yılında bitki gelişme döneminde yağış azlığı ve yüksek sıcaklıklar (Tablo 1) kimyasal gübre uygulamalarının etkisini azaltarak, organik gübrelerin özellikle sığır gübresinin uzun vadede toprak yapısını iyileştirmesi, toprak organik maddesini ve su tutma kapasitesini artırması gibi özellikleriyle su stresi koşullarında bitkinin besin ve su erişimini daha stabil hale gelmesine neden olarak verimde belirgin bir artış sağladığı düşünülmektedir (Hossain *et al.* 2003; Haliru *et al.* 2015). Bocchi and Tano (1994) ahır gübresi ve diğer gübre türlerinin, besin elementlerini zamanında sağlayarak uzun vadede toprak verimliliğini koruduğunu belirtmişlerdir. Organik gübrelerden besin elementlerinin salınım hızı kimyasal gübrelerle kıyasla daha yavaş olmasına rağmen, bu gübreler bitki büyümesini ve ürün kalitesini önemli ölçüde artırmaktadır (Mohamed *et al.* 2018; Dhaliwal *et al.* 2023). Fide dönemi, bitki gelişiminde özellikle yaprak oluşumu açısından kritik bir evredir; organik gübre uygulaması bu dönemde bitkilerin büyümesini, besin alımını, besin mevcudiyetini, mikrobiyal aktiviteyi, fizyolojik fonksiyonları ve antioksidan aktiviteleri geliştirerek olumlu etki yapmaktadır (Gao *et al.* 2020). Aynı yıl kontrol parsellerinde düşük verim değerleri kaydedilmiş, bu da besin maddesi ve nem yetersizliğinin etkisini ortaya koymuştur. Ayrıca organik gübre uygulamalarıyla asperde verim artışlarının gözlemlendiği birçok çalışma bulunmaktadır. Edalat and Naderi (2016), kompost uygulamasının en yüksek tohum verimini sağladığını, Azimzadeh (2013) ise sığır gübresinin susuz koşullarda kimyasal gübreyle eşdeğer verim alındığını bildirmişlerdir. Bu bulgular, organik gübrelerin özellikle kurak ve yarı kurak koşullarda etkin bir alternatif olabileceğini göstermektedir. Çiftlik gübresi uygulamasının verim ve verim unsurlarında da önemli artış sağladığı, verim parametrelerindeki bu artışın, organik gübrelerle sağlanan besin maddelerinin daha geniş yaprak alanı sayesinde fotosentetik ürünlerin daha etkin taşınmasını ve daha fazla sayıda tablanın gelişmesini desteklemesiyle açıklanabilir olduğu vurgulanmıştır. Bu durum ise, daha iyi tohum doldurma ve dolayısıyla daha yüksek verim ile sonuçlanabileceği ifade edilmiştir (Kavera and Bıradar 2023). Benzer şekilde, Eghball *et al.* (2004) organik gübrelerin artık etkilerinin toprak yapısını iyileştirdiğini ve bitkinin suyu daha verimli kullanabildiğini belirtmişlerdir. Patel *et al.* (2007) ve Efe (2014) buğdayda, Tomar and Khanjaji (2009) ve Rana and Badiyala (2014) soya fasulyesinde sığır gübresi uygulamasının verim ve verim unsurlarını artırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca, Patidar and Mali (2004) darıda, Blaise *et al.* (2005) pamukta, Maitra *et al.* (2008) buğday ve güneş kenevirinde ahır gübresinin verimi artırdığını bildirmişlerdir. Yine, Rasti *et al.* (2015) ile Naderi and Bijanzadeh (2014) asper bitkisinde, en yüksek tohum veriminin ahır gübresi uygulanan parsellerden elde edildiğini

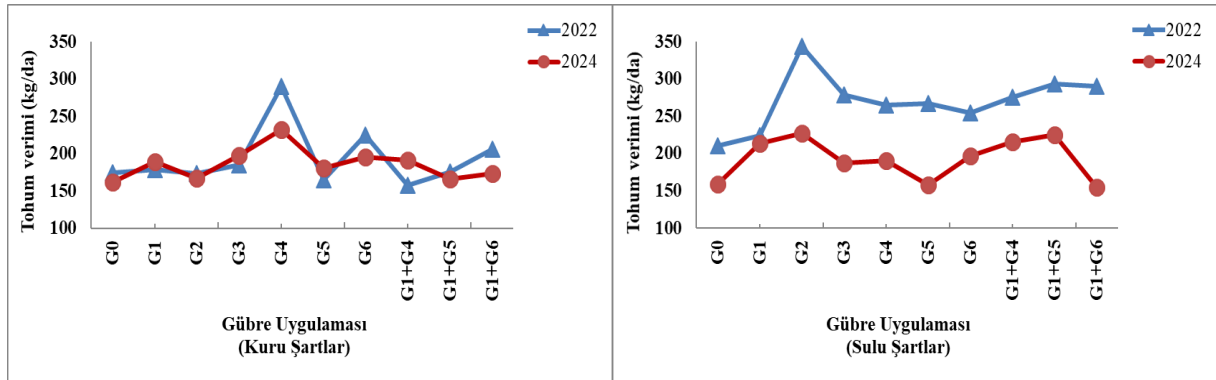
belirtmişlerdir. Buna karşılık, inorganik gübre uygulanan parsellerde organik maddenin yeterince bulunmaması nedeniyle suyunun zayıf tutulması, toprakta hem nemin hem de besin maddelerinin azalmasına yol açmış, bu da aspirde verimin düşük olmasına neden olmuş olabilir.

Sulama sayesinde azotlu uygulamalar en yüksek verim değerlerine ulaşmıştır. Özellikle saf azot uygulaması optimum sıcaklık ve yeterli sulama koşullarında bitki gelişimini maksimize etmiştir. Sulu koşullarda azotlu mineral gübrelerin kısa dönemde bitki tarafından hızla alınması ve verimi artırması beklenmektedir. Bu durum, sulanan parsellerde azot uygulamasının biyokimyasal büyüme süreçlerini hızlandırmasıyla açıklanabilmektedir. Azot (N) gübresi bitkilerde kritik bir rol oynamaktadır; çünkü bitki büyümesini, yaprak alan indeksini ve dolayısıyla ışık absorpsiyonunu artırmakta, bu da kuru madde birikimini ve ekonomik verimi yükseltmektedir (Nanda 1995; Ravi *et al.* 2008). Dordas and Sioulas (2008) da azot gübrelemesinin aspir tohum verimini ortalama %19 oranında artırdığını rapor etmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda da azot uygulamasının aspir tohum verimini artırdığı bildirilmiştir (Jehad *et al.* 2008; Rasti *et al.* 2015). Araştırmalarsa azotun optimum verim sağladığı, N+P kombinasyonlarının ise tohum ve yağ verimini önemli bir şekilde artırdığı ortaya konmuştur (Yıldırım vd 2005; Polat 2007). Sultenfuss and Doyle (1999), fosforlu gübrelemenin aspirde yağ oranını ve tohum verimini birlikte artırdığını bildirmiştir. Ayrıca, N+P kombinasyonlarının özellikle sulu koşullarda en yüksek verim değerlerini sağladığı pek çok araştırmada vurgulanmıştır (Yıldırım vd 2005; Sreekanth *et al.* 2021). Elde edilen yüksek tohum verimi, muhtemelen vejetatif büyüme dönemlerinde azotun daha fazla bulunabilir olmasına, yani inorganik azot kaynağı ile organik gübrenin (çiftlik gübresi) birlikte uygulanmasına da bağlı olabilir (Reddy *et al.* 2004; Ghuman and Sur 2006). Gelişmiş vejetatif büyüme, sonuç olarak daha güçlü bir kaynak işlevi görmüş ve daha fazla fotosentatın taşınmasını sağlayarak daha yüksek tohum verimine yol açmıştır. Bu sonuçlar, organik ve inorganik gübrelerin birlikte kullanımının tek başına uygulamalarına kıyasla aspirin tohum verimi üzerinde daha iyi performans gösterdiğini belirten Kwon and Torrie (1964) ile uyumludur. Ayrıca Byraredy *et al.* (2010), çiftlik gübresinin önerilen dozu ile birlikte inorganik gübrelerle birlikte uygulanmasının tohum verimini önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. Shaxson and Barber (2003), organik maddelerin toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirdiğini, kimyasal gübrelerin ise hızlı besin desteği sağlayarak kısa vadeli verim artışı oluşturduğunu belirtmişlerdir. White *et al.* (2007) ve Kumar *et al.* (2008), entegre gübreleme uygulamalarının hem kuru hem sulu koşullarda daha dengeli verim sağladığını ve toprakta besin dengesizliğini önleyerek uzun vadeli üretkenliği koruduğunu ve verim artışları gerçekleştirdiklerini bildirmişlerdir.

Farklı gübrelerin birlikte veya dönüşümlü kullanımı, optimum toprak verimliliğini sağlamakta, sonuç olarak bitki verim artışı gerçekleştirebilmektedir (Çıtak vd 2011; Kocabaş vd 2007). Aspir bitkisi, kurak koşullara dayanıklı olmakla birlikte, yeterli su temini sağlandığında verim potansiyelini önemli ölçüde artırmaktadır. Nitekim yapılan birçok araştırma, sulu koşullarda kuru koşullara kıyasla aspride dekara verimin anlamlı biçimde yüksek olduğunu göstermektedir (Ryan *et al.* 2012). Kuru koşullarda, organik gübre uygulamaları (özellikle ahır ve tavuk gübresi) toprak nemini koruyarak bitkiden stres koşullarında daha yüksek verim alınmasını sağlamaktadır. Buna karşın, sulu koşullarda kimyasal gübrelerin çözünürlüğü ve bitki alımı daha etkin olduğundan azot ve fosforlu gübrelerle en yüksek verim değerleri elde edilmektedir (Bot and Benites 2005). Uygulanan ahır ve tavuk gübresi kaynaklı organik gübrelerin toplam miktarları ile yalnızca yarı miktarlarda uygulanan NP gübrelerinin etkinliği yüksek miktarlarda uygulanan N ve P kadar etkili olmuştur. Çünkü her iki kaynaktan sağlanan besin maddeleri birbirini tamamlayıcı niteliktedir. Ayrıca, inorganik gübrelerden sağlanan hızlı ve kolay alınabilir N ve P temini, organik gübrelerde bulunan N ve P bileşiklerinin mineralizasyonunu artırarak, gübrelerin tek tek etkilerinin toplamından daha büyük etkiye sahip olabilmektedir (Paustian *et al.* 1992). Araştırmalar, yalnızca organik gübre kullanımının bitkinin ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli olmadığını göstermiştir. Ancak kimyasal ve organik gübreler birlikte kullanıldığında, bitkilerin verimi genellikle önemli ölçüde arttığı vurgulanmaktadır (Naghizade *et al.* 2012). Salmasi *et al.* (2025) diğer gübrelerle birlikte üre gübre uygulamasının aspir verimini artırdığını belirtmişlerdir. Benzer bulgular önceki çalışmalardan da elde edilmiştir (Luo *et al.* 2023; Shokrani *et al.* 2024). Benzer şekilde Zilio *et al.* (2022), çiftlik gübresi ile birlikte %75 NP uygulamasının mısır bitkisinde de, bitki boyunu ve tane verimini belirgin biçimde artırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca, Keshta and El-Kholy (1999) en yüksek tohum ve yağ verimlerini N ve organik gübre uygulamalarından elde etmişlerdir. Bu araştırmacılar, organik gübre uygulamasının mineral azot ve biyogübrelerin etkinliğini artırdığını ve topraktaki organik madde oranını yükselttiğini bildirmişlerdir. Kimyasal ve organik gübrelerin birlikte uygulanmasının tohum verimi üzerinde önemli ve olumlu etkilerinin olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir (Tripathi *et al.* 2013; Dadiga *et al.* 2015; Suman *et al.* 2019). Aspir bitkisinde Afzal *et al.* (2017)'nın bildirdikleri gibi farklı bitkiler üzerinde yürütülen benzer çalışmalar da bu bulguları destekler niteliktedir. Örneğin, börülce (Kumar and Pandita 2016), hardal bitkisi (Singh *et al.* 2018) üzerine yapılan araştırmalarda, kimyasal ve organik gübrelerin gerek ayrı ayrı gerekse birlikte uygulanmasının, kontrol uygulamalarına kıyasla tohum verimini belirgin biçimde artırdığı rapor edilmiştir. Benzer olarak verimin artmasının başka bir nedeni olarak inorganik azotlu gübre ile çiftlik gübresinin birlikte uygulanması sonucu vejetatif büyüme dönemlerinde azotun daha fazla

bulunabilir olmasından kaynaklanmış olabileceği ifade edilmiştir. Gelişmiş vejetatif büyüme, güçlü bir kaynak görevi görerek daha fazla fotosentez ürününün taşınmasını sağlayacağı ve bunun sonucunda daha yüksek tohum veriminin elde edileceği ortaya konmuştur (Reddy *et al.* 2004; Ghuman and Sur 2006). Yine, organik ve inorganik gübrelerin birlikte kullanımının aspride tohum verimi açısından tek başına kullanımına göre daha iyi performans gösterdiğini (Kwon and Torrie 1964) ve çiftlik gübresinin önerilen gübre dozlarıyla birlikte uygulanmasının (Byraredy *et al.* 2010) tohum verimini önemli ölçüde artırdığını belirten çalışmalarda mevcuttur.

Tüm faktörler birlikte değerlendirildiğinde, yıllara göre gübre uygulamalarında aspir bitkisinin tohum veriminin değişik değerler alması, her iki yetiştirme koşulunda da (kuru ve sulu) yıl $\times$ gübre uygulaması interaksyonunun $p < 0,01$ seviyesinde önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 10). Bu durum, gübrelerin tohum verimi üzerine etkisinin yıllara göre değiştiğini, aynı gübre uygulamasının farklı yıllarda farklı etkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Örneğin, kuru koşullarda 2022 yılında en yüksek değerler G4 (291,0 kg/da) ve G6 (224,8 kg/da) uygulamalarında elde edilirken, 2024 yılında en yüksek değerler G4 (232,6 kg/da) ve G1 + G4 (191,8 kg/da) uygulamalarında kaydedilmiştir. Benzer şekilde sulu koşullarda, 2022 yılında G2 (344,2 kg/da), G1 + G5 (293,4 kg/da) ve G1 + G6 (290,0 kg/da) uygulamaları öne çıkarken, 2024 yılında en yüksek değerler G1 + G5 (225,5 kg/da), G1 + G4 (216,2 kg/da) ve G1 (213,7 kg/da) uygulamalarında tespit edilmiştir (Tablo 10; Şekil 10).



Şekil 10. Kuru ve sulu koşullarda aspir bitkisine uygulanan gübre çeşitleri ve bunların farklı uygulamalarının deneme yıllarına göre tohum verimine etkisi

Yağ Oranı (%)

Tablo 11’de kuru ve sulu koşullarda farklı gübre uygulamalarının aspir bitkisinin yağ oranı (%) üzerine etkileri ve varyans analiz sonuçları verilmiştir.

Yağ oranı, aspir bitkisinde fizyolojik olgunluk düzeyini ve potansiyel verim kapasitesini belirleyen temel biyokimyasal parametrelerden biridir. Aspride yağ içeriği; genotipik özelliklerin çevresel faktörler ve yetiştirme uygulamalarıyla etkileşimi sonucunda ortaya çıkan,

çok yönlü ve karmaşık bir karakterdir. Bu nedenle, yüksek yağ oranının saptanmasında çevresel koşullar ile agronomik yönetim stratejilerinin birlikte değerlendirilmesi, hem verim hem de ürün kalitesini artırmaya yönelik sürdürülebilir üretim modellerinin geliştirilmesi açısından kritik bir gereklilik taşımaktadır.

Tablo 11. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Yağ Oranına (%) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları

Gübre Uygulamaları	Yetiştirme Ortamı / Yıl					
	Kuru			Sulu		
	2022	2024	Ort	2022	2024	Ort
Kontrol (G ₀)(%0)	28,0	29,3 a	28,7 a	27,7	27,3 bd	27,5 ac
Azot + Fosfor (G ₁)(%100+%100)	28,3	29,0 a	28,7 a	27,0	27,0 bd	27,0 bd
Azot (G ₂)(%100)	27,3	26,0 de	26,7 c	26,0	25,3 d	25,7 d
Fosfor (G ₃ (%100)	28,3	29,7 a	29,0 a	28,0	29,0 ab	28,5 a
Sığır Gübresi (G ₄)(%100)	27,7	27,0 cd	27,3 bc	27,3	26,3 cd	26,8 cd
Tavuk Gübresi (G ₅)(%100)	27,3	28,7 ab	28,0 ab	27,3	27,3 bd	27,3 ac
Solucan Gübresi (G ₆)(%100)	28,0	25,0 e	26,5 c	28,3	27,7 bc	28,0 ac
G ₁ + G ₄ (%50NP + %100 Sığır G)	27,3	27,3 bd	27,3 bc	26,7	27,3 bd	27,0 bd
G ₁ + G ₅ (%50NP + %100 Tavuk G)	28,7	27,3 bd	28,0 ab	26,3	30,3 a	28,3 ab
G ₁ + G ₆ (%50NP + %100 Solucan G)	27,7	28,3 ac	28,0 ab	26,7	27,0 bd	26,8 cd
Ortalama	27,9	27,8	27,8	27,1	27,5	27,3
Varyasyon Kaynakları	SD	F Değerleri				
Tekerrür	2					
Yıl (A)	1		0,145			0,961
Gübre Uygulamaları (B)	9	1,016	8,11**	5,708**	1,287	3,708**
A x B	9		4,218**			2,195*
Hata (Yıl)	18					
Hata (Yıl Ort)	72					
CV	2,93	3,3	3,12	4,16	4,49	4,33

* F değeri ise $p < 0,05$ ve ** F değeri ise $p < 0,01$ ihtimal sınırında önemlidir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Araştırmamızda aspir bitkisinin yağ oranı, yetiştirme koşullarına ve gübre uygulamalarına bağlı olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Genel olarak, kuru koşullarda yağ oranı değerleri sulu koşullara kıyasla biraz daha yüksek bulunmuştur. Kuru koşullarda 2022 yılında ortalama yağ oranı %27,9 iken, 2024 yılında bu değer %27,8 olarak ölçülmüştür. Sulu koşullarda ise 2022 yılı için ortalama yağ oranı %27,1, 2024 yılı için %27,5 olarak belirlenmiştir. Yıllar arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Tablo 11). Yağ oranında yıllar arasında her iki ortamda da gözlenen değişimlerin büyük ölçüde iklimsel faktörlerden kaynaklandığı ve aspir bitkisinin kurak koşullara adaptasyon yeteneği ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Bu dönemde özellikle sıcaklık ile toprak nemi, yağ birikiminde belirleyici role sahiptir. Özellikle tane doldurma evresinde toprak neminin yeterli düzeyde olması, yağ sentezini desteklemekte ve sonuç olarak yağ oranını artırabilmektedir. Buna karşılık, bu kritik dönemde yaşanan nem yetersizliği veya sıcaklık stresleri, yağ oluşumunu sınırlayarak yağ oranında azalmaya yol açabilmektedir. Dolayısıyla, yağ oranındaki farklılıklar, bitkinin gelişim sürecinde maruz kaldığı çevresel koşulların doğrudan bir yansıması

olarak değerlendirilebilir. Dolayısıyla aspir yağ içeriği, iklim koşulları, bitki çeşidi, coğrafi konum ve tarımsal uygulamalar gibi çok sayıda faktörden önemli ölçüde etkilendiği belirtilmektedir (Coşge vd 2007; Kurt vd 2017; Zanetti *et al.* 2022). Her iki yetiştirme sezonunda da vejetatif ve generatif dönemler boyunca yağış miktarları ve ortalama sıcaklık değerleri açısından farklılıklar gözlemlenmiştir. Aspir bitkisinin kuraklığa ve sıcağa toleranslı olduğu ve çiçeklenme evresinin çevresel streslere en hassas dönem olduğu bildirilmektedir (Abou Chehade *et al.* 2022). Aksine, çeşitli çalışmalarda (Mohammadi *et al.* 2018; Koutroubas *et al.* 2021) yetiştirme dönemi boyunca kurak koşulların aspirin tarımsal performansını olumsuz etkilediğini belirtilmektedir. Birçok araştırmacı, yağ oranının yıllar arasındaki sıcaklık farklılıklarından önemli ölçüde etkilendiğini ve tane doldurma döneminde sıcaklıkların yüksek seyrettiği yıllarda yağ oranında azalmaların meydana geldiğini bildirmiştir (Weiss 1983; Yılmaz ve Güloğlu 1999; Öztürk 2003).

Tablo 11 incelendiğinde, hem kuru hem de sulu koşullarda gübre uygulamalarının 2022 yılında aspir bitkisinin yağ oranı üzerinde etkili olmadığı, her iki yetiştirme ortamında 2024 yılında bu etkinin istatistiksel olarak $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu görülmektedir (tablo 11). Kuru koşullarda 2022 yılında en yüksek yağ oranı %28,7 ile G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi), %28,3 ile de azot + fosfor (G1) ve fosfor (G3) uygulamalarında elde edilirken, en düşük yağ oranı %27,3 ile azot (G2), tavuk gübresi (G5) ve G1 + G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi) uygulamalarında kaydedilmiştir. Sulu koşullarda 2022 yılında en yüksek yağ oranı %28,3 ile solucan gübresinden (G6) elde edilirken, fosfor (G3) %28,0 ile takip etmiştir. En düşük yağ oranı ise %26,0 ile azot (G2) ve %26,3 ile G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi) uygulamalarında ölçülmüştür (Tablo 11).

2024 yılı kuru koşullarında yağ oranı değerleri %25,0-29,7 arasında değişmiştir. En yüksek yağ oranı G3 (fosfor) uygulamasında %29,7 olarak belirlenmiştir. Yüksek yağ oranı sağlayan diğer uygulamalar arasında G0 (kontrol, %29,3), G1 (azot + fosfor, %29,0), G5 (tavuk gübresi, %28,7) ve G1 + G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi, %28,3) dikkat çekmektedir. En düşük yağ oranı ise G6 (solucan Gübresi %100) uygulamasında %25,0 ile elde edilmiştir. Bu bulgu, tek başına solucan gübresinin kuru koşullarda yağ oranını artırmada yeterli olmadığını göstermektedir. Sulu koşullarında 2024 yılında yağ oranı değerleri ise %25,3-30,3 arasında değişmiştir. En yüksek yağ oranı G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi) uygulamasında %30,3 ile elde edilmiştir. Bu, mineral gübrelerin tavuk gübresi ile birlikte kullanımının sulu koşullarda aspir yağ oranını artırmada oldukça etkili olduğunu göstermektedir. G3 (fosfor) %29,0 ile ve G6 (solucan gübresi) %27,7 ile yüksek yağ oranı sağlayan diğer uygulamalar olmuşlardır. Diğer uygulamalardan %27,3 ile G5 (tavuk gübresi) ve G0 (kontrol), %27,0 ile G1

+ G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) ve G1 (NP) bu uygulamaları takip etmişlerdir. En düşük yağ oranı G2 (Azot %100) uygulamasında %25,3 olarak belirlenmiştir (Tablo 11).

Kuru koşullarda, yağ oranı ortalamaları %26,5 ile %29,0 arasında değişmiştir. En yüksek yağ oranı %29,0 ile G3 (fosfor gübresi) uygulamasından elde edilmiştir. G1 (azot + fosfor) ve kontrol (G0) uygulamaları %28,7 ile ikinci sırada yer alırken, G5 (tavuk gübresi), G1 + G5 (%50NP + %100 tavuk gübresi) ve G1 + G6 (%50NP + %100 solucan gübresi), uygulamaları %28,0 ile yüksek değerler arasında yer almışlardır. En düşük yağ oranı ise %26,5 ile G6 (solucan gübresi) uygulamasında kaydedilmiş, bu uygulamayı G2 (azot) %26,7 ile takip etmiştir. Sulu koşullarda ise yağ oranı ortalamaları %25,7 ile %28,5 arasında değişim göstermiştir. En yüksek yağ oranı %28,5 ile yine fosforlu gübre (G3) uygulamasından elde edilmiş ve fosforlu gübrelemenin sulu ortamda da aspir bitkisinin yağ sentezinde kritik bir rol oynadığı belirlenmiştir. Bunu %50NP + %100 tavuk gübresi (G1 + G5) uygulaması %28,3 ile takip etmiştir. Üçüncü sırada yer alan G6 (solucan gübresi) uygulaması %28,0 ile dikkat çekmiş, kuru koşullarda düşük değerler sağlayan bu uygulamanın sulu koşullarda daha iyi performans gösterdiği belirlenmiştir. Yağ oranları G5 (tavuk gübresi) ve G0 (kontrol) uygulamalarında da %27,3 ve 27,5 olmuştur. En düşük yağ oranı %25,7 ile G2 (azot) uygulamasında kaydedilmiştir (Tablo 11).

Genel olarak değerlendirildiğinde, her iki ortamda da fosforlu gübre uygulaması (G3) en yüksek yağ oranını sağlamış, özellikle sulu koşullarda G1 + G5 kombinasyonu (%28,3) dikkat çekici sonuçlar vermiştir. Buna karşılık, G2 (%100 azot) uygulamasında her iki ortamda da en düşük yağ oranı elde edilmiş, G6 (solucan gübresi) ise kuru koşullarda düşük performans sergilerken sulu koşullarda daha iyi sonuçlar ortaya koymuştur. Bu bulgular, aspir bitkisinin yağ oranının hem yetiştirme koşullarına hem de uygulanan gübre formuna bağlı olarak önemli düzeyde değiştiğini göstermektedir.

Yağ içeriği, aspir tohum kalitesinin temel belirleyicisidir ve genotip, iklim koşulları, coğrafi konum, ekim zamanı ve tarımsal uygulamalara bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Ay ve Öztürk 2025). Bitki gelişiminin son aşamalarında olgunlaşmanın hızlanması nedeniyle su eksikliğinin görülmesi, yağ sentezi için gerekli sürenin kısılmasına yol açtığı, bunun sonucunda tohumdaki yağ yüzdesi azalırken protein içeriğinin arttığı bildirilmiştir. Bu koşullar altında, tohumda depolanan proteinlerin yağ sentezine dönüşmesi için yeterli zaman bulunmadığından yağ oranında düşüş meydana geldiği ifade edilmiştir (Seyed Sharifi 2016). Kurak koşullarda fosfor uygulaması, bitkilerde kuraklık ve su açığı stresinin olumsuz etkilerini azaltabilir, kök ve sürgün uzunluğu, biyokütle, su kullanım verimliliği, yaprak su içeriği, enzimatik aktiviteler

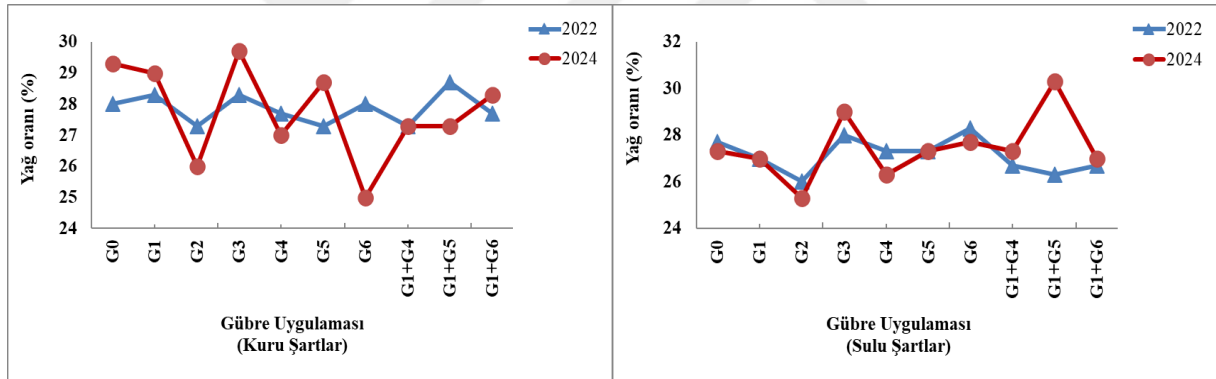
ve fotosentetik özellikler dâhil olmak üzere bitki özelliklerini geliştirir, bu da bitkinin kuraklık stresi altında büyüme ve verimin artmasına imkan sağlar (Khan *et al.* 2023).

Fosforun optimum kullanımı, yağ asitlerinin biyosentezini artırarak aspride yağ verimini yükseltmektedir (Amirkhiz *et al.* 2021). Fosforun yalnızca bitki büyümesi ve verimi değil, aynı zamanda yağ, protein ve yağ asidi konsantrasyonu gibi kalite parametreleri üzerinde de önemli etkileri olduğu bildirilmektedir (Zakaria *et al.* 2006). Araştırmamızda azotun tek uygulanmasının yağ oranı üzerine etkinliğinin düşük seviyelerde kaldığını göstermektedir. Bunun nedeni olarak artan azot dozlarının bitkide azot absorpsiyonunu yükselttiği, bunun da peptid bağlarının oluşumu yoluyla amino asit ve ilgili diğer bileşiklerin sentezini artırdığı, dolayısıyla yükselen amino asit üretiminin yağ içeriğinde azalmaya neden olduğu düşünülmektedir (Sabbagh *et al.* 2012). Benzer biçimde, çeşitli gübreleme çalışmaları da azot gübrelemesinin yalnızca verimi artırmakla kalmayıp aspir tohumlarında protein konsantrasyonunu yükselttiğini, buna bağlı olarak yağ içeriğini düşürdüğünü ortaya koymuştur (Mündel 2004).

Sulu koşullarda özellikle ikinci yıldaki uygulamalarda organik gübrelerden kaynaklı olarak aspirin yağ oranı gibi daha yüksek kalite parametrelerin elde edilmesi, bu gübrelerin bitki büyümesine besin maddelerinin sürekli sağlanmasına, besin maddelerinin dönüşümü ve tutulmasında rol alan mikrobiyal aktivitelerin artmasıyla uygulanan besinlerin daha iyi kullanılmasını sağlamasına bağlı olabilir (Das *et al.* 2017). Benzer bulgular Malligawad (2010), Jalilian *et al.* (2012) ile Yogesh (2013) tarafından da rapor edilmiştir. Öte yandan, organik gübre uygulamalarında yağ içeriğinde gözlenen artışın bir kısmı, organik gübrenin içerdiği demir ve çinko gibi mikro besin elementlerinin bitki tarafından daha kolay alınabilir hale gelmesinden kaynaklanıyor olabileceği dile getirilmiştir. Bu bağlamda, mikro besin elementlerinin yağ oranını artırıcı etkisinin, söz konusu elementlerin birçok enzimatik sistemde, protein sentezinde ve reaksiyonlarında katalizör görevi üstlenmelerinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Bybordi 2016). Diğer taraftan Yaser *et al.* (2012) ayçiçeğinde protein ve tohum yağı içeriğinin organik gübre ve azaltılmış kimyasal gübre kombinasyonunda daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Önceki araştırmalarda da yağ içeriğinin Kurt *et al.* (2017) %14,0-48,3, Kurt *et al.* (2025) %18,44-36,88, Zemour *et al.* (2021) %15-40 ve Abou Chehade .(2022) %20,3-35,8 arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Organik kaynaklı besinlerin yer aldığı uygulamalar, yağ bitkilerinde yağ asidi oluşumunu etkileyen sülfür gibi diğer besinlerin alımını kolaylaştırması ve toprak verimliliğini artırmasından dolayı, yağ içeriğinin arttığı belirtilmiştir (Rasool *et al.* 2013). Liu *et al.* (2004) ise organik gübrelerin tohum dolum süresini uzatarak ve yaprak oluşum süresini artırarak yağ içeriğini artırdığını ifade etmişlerdir.

Yine farklı iklim, lokasyon ve uygulamalara göre elde edilen %20,75 ile %29,7 arasındaki aspir yağ oranı değerlerinin çalışmamızda tespit edilen değerlerle genel olarak uyumlu olduğu belirlenmiştir (Tunçtürk ve Yıldırım 2004; Bayraktar vd 2005; Uysal vd 2006; Çamaş vd 2007; Erbaş 2007; Polat 2007; Atabey 2009; Şerefoğlu 2009; Atam 2010; Sirel 2011; Katar vd 2015).

Tüm faktörler birlikte değerlendirildiğinde, yıllara göre gübre uygulamalarında aspir bitkisinin dekara veriminin değişik değerler alması, yıl $\times$ gübre uygulaması interaksiyonunun kuru koşullarda $p<0,01$, suluda ise $p<0,05$ seviyesinde önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 11). Bu durum, gübrelerin yağ üzerine etkisinin yıllara göre değiştiğini, aynı gübre uygulamasının farklı yıllarda farklı etkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Örneğin, kuru koşullarda 2022 yılında en yüksek değer G1 + G5 (%28,7) uygulamasından elde edilirken, 2024 yılında en yüksek değer G3 (%29,7) uygulamasında kaydedilmiştir. Benzer şekilde sulu koşullarda, 2022 yılında G6 (%28,3 ve G3 (%28,0) uygulamaları öne çıkarken, 2024 yılında en yüksek değerler G1 + G5 (%30,3) ve G3 (%29,0) uygulamalarında tespit edilmiştir (Tablo 11; Şekil 11).



Şekil 11. Kuru ve sulu koşullarda aspir bitkisine uygulanan gübre çeşitleri ve bunların farklı uygulamalarının deneme yıllarına göre yağ oranına etkisi

Protein Oranı (%)

Tablo 12’de kuru ve sulu koşullarda farklı gübre uygulamalarının aspir bitkisinin protein oranı (%) üzerine etkileri ve varyans analiz sonuçları verilmiştir.

Denemenin 2024 yılına ait protein oranı verileri, analiz döneminde protein analiz cihazında meydana gelen teknik arıza ve analizlerin zamanında gerçekleştirilememesi nedeniyle elde edilememiştir. Söz konusu arızanın giderilme süresinin uzun bir zamana yayılması ve analizlerin yapılabileceği diğer laboratuvarların da teknik kapasite yetersizliği veya cihaz arızası gibi benzer sorunlar yaşaması nedeniyle ikame bir analiz merkezi de bulunamamıştır. Bu bağlamda tohum örneklerinin laboratuvar ortamında bekletilme süresinin

uzaması, örneklerdeki protein yapısının bozulmasına ve dolayısıyla elde edilecek sonuçların bilimsel hata payının artmasına yol açabileceği düşünülmüştür. Dolayısıyla 2024 yılı için protein analizi verileri çalışma kapsamı dışında tutulmak zorunda kalınmıştır. Bu nedenle istatistiksel değerlendirmeler ve karşılaştırmalar 2022 yılı verileri baz alınarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 12 incelendiğinde, hem kuru hem de sulu koşullarda farklı gübre uygulamalarının 2022 yılında aspir bitkisinin protein oranı üzerinde istatistiksel olarak $p<0,01$ seviyesinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 12. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Protein Oranına (%) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları

Gübre Uygulamaları	Yetiştirme Ortamı / Yıl	
	Kuru	Sulu
	2022	2022
Kontrol (G₀)(%0)	15,4 f	13,7 d
Azot + Fosfor (G₁)(%100+%100)	16,2 bd	18,2 b
Azot (G₂)(%100)	16,3 bd	18,0 b
Fosfor (G₃ (%100)	16,6 b	19,0 b
Sığır Gübresi (G₄)(%100)	16,1 ce	16,2 c
Tavuk Gübresi (G₅)(%100)	15,7 ef	15,8 c
Solucan Gübresi (G₆)(%100)	16,1 ce	14,6 d
G₁ + G₄ (%50NP + %100 Sığır G)	15,9 de	13,4 d
G₁ + G₅ (%50NP + %100 Tavuk G)	16,4 bc	14,3 d
G₁ + G₆ (%50NP + %100 Solucan G)	17,0 a	21,0 a
Ortalama	16,1	16,4
Varyasyon Kaynakları	SD	F Değerleri
Tekerrür	2	
Gübre Uygulamaları	9	10,252**
Hata	18	45,043**
CV	2,93	3,3
	3,12	4,16
	4,49	4,33

** F değeri $p<0,01$ ihtimal sınırında önemlidir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Kuru koşullarda 2022 yılında en yüksek protein oranı %17,0 ile G1 + G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) uygulamasından elde edilirken, bunu %16,6 ile fosfor (G3), %16,4 ile G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi), %16,3 ile azot (G2) ve %16,2 ile azot + fosfor (G1) uygulamaları takip etmiştir. Daha düşük protein oranları ise sırasıyla %16,1 ile sığır gübresi (G4) ve solucan gübresi (G6), %15,9 ile G1 + G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi) ve %15,7 ile tavuk gübresi (G5) uygulamalarında kaydedilmiştir. En düşük protein oranı %15,4 ile kontrol (G0) uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 12).

Sulu koşullarda 2022 yılında en yüksek protein oranı %21,0 ile kuru şartlarda olduğu gibi yine G1 + G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamayı %19,0 ile fosfor (G3), %18,2 ile azot + fosfor (G1) ve %18,0 ile azot (G2) uygulamaları izlemiştir. Organik gübrelerin tek başına kullanıldığı parsellerde protein oranları sığır gübresinde (G4) %16,2, tavuk gübresinde (G5) %15,8 ve solucan gübresinde (G6) %14,6

olarak ölçülmüştür. En düşük protein değerleri ise sırasıyla %14,3 ile G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi), %13,7 ile kontrol (G0) ve %13,4 ile G1 + G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi) uygulamalarında tespit edilmiştir (Tablo 12).

Tabloda yer alan verilere göre, gübre uygulamalarının protein oranı üzerinde farklı düzeylerde etkili olduğu görülmektedir. Özellikle azot içeren gübre uygulamalarında protein oranının artış eğilimi göstermesi, azotun bitkilerde amino asit ve protein sentezinde doğrudan rol oynaması ile açıklanabilir. Şöyle ki, azot tüm bitkilerin önemli yapısal unsurlarının bileşimi olarak kabul edilen proteinin yapı taşı, klorofil, enzim ve vitaminlerin yapısında yer alan önemli bir besin elementidir. Bu nedenle bitkilerin azot seviyelerindeki artışlar protein oluşumunu ve dolayısıyla da büyümeyi hızlandırır (Hermanson et al. 2000).

Gübre formları incelendiğinde, her iki yetiştirme ortamında da en yüksek protein oranları G1 + G6 (%50 NP + %100 Solucan Gübresi) uygulamasında (kuru: %17,0; sulu: %21,0) tespit edilmiştir. Bu durum, kimyasal gübrelerin sağladığı hızlı azotun, organik gübrelerin sağladığı mikrobiyal aktivite ve hümik maddelerle birleşerek azot kullanım etkinliğini artırmasından kaynaklanmış olabilir. Özer vd. (2014) araştırmamıza benzer şekilde asperde gübre uygulamalarına göre protein oranını %19,71-23,40 arasında belirlemişler, en yüksek protein oranını kimyasal gübre + uygulanan organik gübre uygulamasından elde etmişlerdir. Yine, Kadu and Ismail (2008), önerilen NP gübre dozlarının (60-40 kg NP/ha) solucan gübresi (5 t/ha) ile uygulanmasının, yalnızca organik uygulamalara kıyasla asper bitkisinde %15,4 oranında protein içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. Sulu koşullarda bitkinin gelişme dönemlerinde yapılan sulamalar ile inorganik gübrelemenin organik gübrelerle birlikte uygulanması, besin maddelerinin bitkiye sürekli sağlanması nedeniyle en yüksek protein içeriğinin elde edilmesini sağlamış olabilir (Kumar 2014). Bu durum, azot alımının ve tohumdaki azot konsantrasyonunun artması yoluyla protein sentezini teşvik etmektedir. Benzer sonuçlar Kadu ve Ismail (2008) tarafından da bildirilmiştir. Polat (2017) ise uygulamalara göre asperde protein oranını ortalama olarak %13,20 tespit etmiştir.

Yağ verimi (kg/da)

Deneme faktörlerine göre asper bitkisinde tespit edilen yağ verimine ait ortalamalar ve ilgili varyans analiz sonuçları Tablo 13'te verilmiştir.

Yağ verimi, deneme yıllarına, yetiştirme koşullarına ve gübre uygulamalarına bağlı olarak istatistiksel açıdan önemli farklılıklar göstermiştir. Yıllar arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak kuru koşullarda $p < 0,05$, sulu koşullarda $p < 0,01$ seviyelerinde önemli bulunmuştur (Tablo 13). Genel olarak, sulu koşullarda kuruya kıyasla daha yüksek yağ verimi değerleri elde edilmiştir. Kuru koşullarda 2022 yılında ortalama yağ verimi 53,9 kg/da iken,

2024 yılında bu değer 51,5 kg/da olmuştur. Bu durum yeterli su temininin fotosentetik etkinliği ve karbon birikimini artırarak yağ biyosentezine daha fazla substrat sağlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde, sulu koşullarda 2022 yılında ortalama yağ verimi 73,2 kg/da iken, 2024 yılında 53,0 kg/da olarak ölçülmüştür (Tablo 13). Yağ verimi, tohum verimi ve yağ oranının birlikte değerlendirilmesi sonucu elde edilen kümülatif bir değerdir. Aspir bitkisinin yetiştirme ortamlarına başarıyla uyum sağlaması büyük ölçüde verim ve yağ içeriğinde sağlanan gelişmelere bağlı olabilmektedir (Malleshappa *et al.* 2003; Abdolrahmani 2005). Bu çalışmada verimler uygulamalar ve yıllar arasında değişmiş, uygulama yıl etkileşiminden önemli ölçüde etkilenmiştir. Bir bitkinin belirli bir alandaki verimi; ışık, su, yağış, sıcaklık, nem ve besin rekabeti gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Koutroubas *et al.* 2004). Asperde çiçeklenme ve tozlanma yağmur, aşırı çığ veya yüksek nem nedeniyle ciddi şekilde azalabilir, bu tür koşullarda diğer olumsuzluklar (hastalıklar gibi) daha tahripkâr olabilir ve önemli verim kayıplarına yol açabilir (Mündel 2001; Johnston *et al.* 2002). Araştırmamızda birinci ürün yılında verim ve yağ oranının daha yüksek olmasına ve böylece yağ veriminin yüksek çıkmasına neden olmuştur. Nitekim tohum verimi ve öğelerinin incelendiği bir çalışmada tohum verimi ile yağ verimi arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu ve yıllar arasında önemli varyasyonların ortaya çıktığı diğer araştırma sonuçlarında da ifade edilmiştir (Çalışkan vd 1998; Özel vd 2002; Tunçtürk ve Çiftçi 2004). Dolayısıyla, tüm uygulamalarda yıllar arasında gözlenen önemli verim farklılıkları, büyük ölçüde iklimsel değişkenliklere bağlanabilir.

Tablo 13 incelendiğinde, her iki yılda hem kuru hem de sulu koşullarda gübre uygulamaları yağ verimi üzerine etkili olmuş, istatistiksel olarak bu etkiler her iki yetiştirme koşulunda $p < 0,01$ seviyesinde önemli olmuştur. Kuru koşullarda, 2022 yılında en yüksek yağ verimi G4 (sığır gübresi) uygulamasında 80,6 kg/da olarak belirlenmiştir. Bunu sırasıyla 62,9 kg/da ile G6 (solucan gübresi), 57,1 kg/da ile G1 + G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi), 52,6 kg/da ile G3 (fosfor) ve 50,6 kg/da ile G1 (azot + fosfor,) uygulamaları takip etmiştir. En düşük yağ verimleri ise 43,1 kg/da ile G1 + G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi) ve 45,2 kg/da ile G5 (tavuk gübresi) uygulamalarında kaydedilmiştir (Tablo 13). Sulu koşullarda 2022 yılı sonuçları daha belirgin farklılıklar ortaya koymuştur. En yüksek yağ verimi G2 (azot) uygulamasında 89,5 kg/da olarak kaydedilmiş, bu değer kuru koşullardaki en yüksek değerden yaklaşık %11 daha yüksek bulunmuştur. Bunu sırasıyla G3 (fosfor, 78,0 kg/da), G1 + G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi, 77,4 kg/da) ve G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 77,3 kg/da) uygulamaları takip etmiştir. Buna karşın, en düşük yağ verimi hiç gübre verilmeyen kontrol (G0) uygulamasında 58,0 kg/da olarak belirlenmiş, G1 (azot + fosfor) uygulaması da 60,6 kg/da ile G0 uygulamasının yanında yer almıştır (Tablo 13).

Tablo 13. Kuru ve Sulu Koşullarda Farklı Gübre Formları Uygulanan Aspir Bitkisinin Yağ Verimine (kg/da) Ait Ortalama Değerler ve Varyans Analiz Sonuçları

Gübre Uygulamaları	Yetiştirme Ortamı / Yıl					
	Kuru			Sulu		
	2022	2024	Ort	2022	2024	Ort
Kontrol (G₀) (%0)	48,7 de	47,4 eg	48,1 c	58,0 c	43,4 d	50,7 f
Azot + Fosfor (G₁) (%100+%100)	50,6 d	54,8 bc	52,7 b	60,6 c	57,8 b	59,2 de
Azot (G₂) (%100)	47,5 df	43,3 g	45,1 c	89,5 a	57,6 b	73,6 a
Fosfor (G₃) (%100)	52,6 cd	58,7 ab	55,6 b	78,0 b	54,3 bc	66,1 bc
Sığır Gübresi (G₄) (%100)	80,6 a	62,7 a	71,6 a	72,5 b	50,2 c	61,4 ce
Tavuk Gübresi (G₅) (%100)	45,2 ef	51,7 ce	48,5 c	73,1 b	43,3 d	58,2 e
Solucan Gübresi (G₆) (%100)	62,9 b	49,0 df	56,0 b	72,1 b	54,5 bc	63,3 bd
G₁ + G₄ (%50NP + %100 Sığır G)	43,1 f	52,4 cd	47,8 c	73,7 b	59,1 b	66,3 b
G₁ + G₅ (%50NP + %100 Tavuk G)	50,5 d	45,5 fg	48,0 c	77,3 b	68,3 a	72,8 a
G₁ + G₆ (%50NP + %100 Solucan G)	57,1 c	49,1 df	53,1 b	77,4 b	41,7 d	59,6 de
Ortalama	53,9 a	51,5 b	52,7	73,2 a	53,0 b	63,1
Varyasyon Kaynakları	SD	F Değerleri				
Tekerrür	2					
Yıl (A)	1		17,92*			317,41**
Gübre Uygulamaları (B)	9	40,60**	13,82**	41,39**	8,918**	24,11**
A x B	9			14,96**		16,19**
Hata (Yıl)	18					
Hata (Yıl Ort)	72					
CV		5,55	5,4	5,47	7,04	5,6
						6,67

* F değeri ise p<0,05 ve ** F değeri ise p<0,01 ihtimal sınırında önemlidir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

2024 yılında kuru koşullarda, en yüksek yağ verimi yine G₄ (sığır gübresi) uygulamasında 62,7 kg/da olarak ölçülmüş, bu değer 2022'deki 80,6 kg/da'lık seviyeye göre belirgin bir düşüş göstermiştir. Fosfor (G₃) uygulaması 58,7 kg/da, G₁ (azot + fosfor) 54,8 kg/da ve G₁ + G₄ (%50 NP + %100 sığır gübresi) 52,4 kg/da yağ verimi değerleri ile G₄ uygulamasını takip etmiştir. En düşük yağ verimi ise G₂ (azot) uygulamasında 43,3 kg/da olmuştur. Yine G₁ + G₅ (%50 NP + %100 tavuk gübresi) 45,5 kg/da ve kontrol (G₀) 47,4 kg/da'lık düşük yağ verimi değerleri ile bu uygulamanın yanında yer almışlardır (Tablo 13). Aynı yılda (2024) sulu koşullarda yağ verimleri ise genel olarak 2022 yılına göre düşüş göstermiştir. En fazla yağ verimi G₁ + G₅ (%50 NP + %100 tavuk gübresi) uygulamasında 68,3 kg/da olarak belirlenmiştir. G₁ + G₄ (%50 NP + %100 sığır gübresi) 59,1 kg/da, G₁ (azot + fosfor) 57,8 kg/da ve G₂ (azot) 57,6 kg/da değerleri ile diğer yüksek verim uygulamaları olmuştur. En düşük yağ verimi G₁ + G₆ (%50 NP + %100 solucan gübresi) uygulamasında 41,7 kg/da, G₅ (tavuk gübresi)'de 43,3 kg/da ve kontrol (G₀) uygulamasında 43,4 kg/da olarak tespit edilmiştir (Tablo 13).

Tohum veriminde artış sağlayan uygulamaların yağ verimine de dolaylı olarak etki ettiği bilinmektedir. Verim artışı sağlayan uygulamaların yağ verimini de artırdığı araştırmamızda

belirlenmiştir. Bu uygulamaların toprak su tutma kapasitesini, organik maddeyi ve besin (özellikle N) serbestleşmesini artırarak kuraklığa karşı bitkinin performansını iyileştirdiğini ve bunun sonucunda tohum ve yağ veriminde artışlara yol açtığı bildirilmektedir. Yağışın sınırlı olduğu kurak alanlarda verimlerin özellikle sıgır gübresi uygulandığında daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu koşullar altında gelişen daha iyi kök sistemi, bitki büyümesini desteklemekte ve artan foto-asimilasyon ürünleri yağ asidi sentezinin temelini oluşturmaktadır. (Sabaghnia and Janmohammadi 2024). Yağ içeriği üzerine organik gübrenin olumlu bir etkisi olduğu ve bu durumun organik materyalin metabolizma reaksiyonlarını uyarması ve yağ biyosentezi için gerekli enzim reaksiyonlarını aktive etmesiyle açıklanmıştır (Abdel-Kader *et al.* 2016; Roussis *et al.* 2022). Organik maddenin kök bölgesinden nem ve besin kayıplarını azaltarak toprak kalitesini koruduğu, toprağa yeterli besin sağladığı ve su tutma kapasitesini artırdığı belirtilmiştir. Sonuçta organik materyalin içinde bulunduğu uygulamaların (organik + NP) hem kısıtlı hem de yeterli sulama koşullarında bitki gelişimini, tohum ve yağ verimini artırdığı kaydedilmiştir (Kranz *et al.* 2020). Benzer şekilde, organik gübre uygulaması toprak kimyasal özelliklerini de geliştirdiği ve bu gübrelerin NP'nin etkinliğini olumlu yönde değiştirdiği Abdou *et al.* (2023) tarafından belirtilmiş, bu şekildeki bir uygulamanın toprak besin maddelerinde bir artış oluşturacağı ve bitki gelişimi için gerekli çok sayıda besin elementi sağlayan faydalı bir kaynak olabileceği belirtilmiştir. Organik gübre uygulamalarıyla artan organik madde içeriği, toprağın daha fazla nem ve besin tutmasını, aynı zamanda daha iyi havalanmasını sağladığı; bu da bitkinin besin alımını doğrudan etkileyerek tohum verimi ve verim bileşenlerinde önemli artışlara yol açtığı tespit edilmiştir. Özellikle çiftlik gübresi ve solucan kompostu gibi organik gübrelerin diğer uygulamalara kıyasla daha yüksek verimler sağladığı belirtilmiştir (Dajue and Miindel 1996; Esmacilian *et al.* 2012). Çiftlik gübresinin yavaş salınımlı besin sağlaması, daha iyi bir toprak fiziksel ve kimyasal ortamı oluşturduğu bildirilmiştir (Gao *et al.* 2009). Olumsuz koşullarda yavaş besin salınımı uygulanan gübrelerle yetiştirilen asperde tohum yağ içeriği ile yağ veriminin de artabileceği bildirilmektedir (Gecgel *et al.* 2007; Hassan and Ahmed 2012). Ayrıca, çiftlik gübresi ve tavuk gübresi gibi organik gübre uygulamaları, asper bitkisinin besin alımını ve özellikle azot geri kazanımını artırarak yağ verimini yükselttiği de ifade edilmektedir (Helmy and Ramadan 2009). Organik gübrelemenin yağmura dayalı kuru koşullarda asper bitkisinin iyi gelişmesini sağlayacağı, yüksek tohum verimi ile birlikte daha iyi yağ içeriği ve verimi oluşturacağı varsayılmakta; ayrıca azot kullanılabilirliğini artırarak hem verim hem de yağ kalitesi üzerinde önemli etkilere sahip olabileceği tespit edilmiştir (Farooq *et al.* 2018).

Sulu şartlarda azot ve fosfor uygulamaları ile organik gübre (özellikle tavuk) ve azot+fosforun birlikte verilmesi ön plana çıkmıştır. Kolanyane (2022) dünya genelinde asper

yetiştirilen bölgelerde bildirilen azot ve fosfor uygulamalarındaki büyük farklılıklar, N ve P önerilerinin spesifik iklim koşulları, toprak tipi, çeşit ve tarım sistemi (sulu veya yağmurlu koşullar) dikkate alınarak yapılması gerektiğini bildirmektedir. Genel olarak tohum veriminde etkili olan faktörlerin, tohum verimi ile yağ oranının birlikte değerlendirilmesi sonucu elde edilen yağ verimini de dolaylı olarak etkileyebilmektedir. Yine Kolanyane (2022) bitki yetiştiriciliğinde uygulamaların hem tohum verimi hem de yağ içeriğini etkilediğini, dolayısıyla bu iki faktörün bir arada ele alınması gerektiğine dikkat çekmiştir. Sulama sayesinde azotlu uygulamalar en yüksek verim değerlerine ulaşmıştır. Mevcut çalışmada azot (N) ve fosfor (P) gübrelemesinin aspride tohum yağ içeriğini artırması, bu besin elementlerinin bitkisel büyümeyi, kuru madde birikimini, verim bileşenlerini ve N ile P alımını artırmasından kaynaklanabilir. Azot ve fosforun, fotosentetik ürünlerin uygun şekilde taşınmasını sağlayarak aspr bitkisinin büyüme ve gelişimi üzerinde olumlu etkiler yaptığı, böylece yüksek tohum verimi ve yağ içeriğinin elde edilebileceği belirtilmektedir (Kolanyane 2022). Özellikle saf azot uygulaması optimum sıcaklık ve yeterli sulama koşullarında bitki gelişimini maksimize etmiştir. Sulu koşullarda azotlu mineral gübrelerin kısa dönemde bitki tarafından hızla alınması ve verimi artırması beklenmektedir. Bu durum, sulanan parsellerde azot uygulamasının biyokimyasal büyüme süreçlerini hızlandırmasıyla açıklanabilmektedir. Araştırmalarsa azotun optimum verim sağladığı, N+P kombinasyonlarının ise tohum ve yağ verimini önemli bir şekilde artırdığı ortaya konmuştur (Yıldırım vd 2005; Polat 2007). Fosfor uygulaması ile de sulu koşullarda özellikle birinci yıl yağ içeriğinde artış gözlenmiş olup, nedeni olarak fosforun fosfolipidlerin bir bileşeni ve yağ biyosentezi için gerekli olmasına bağlanabilir (Salisbury and Ross 1996; Marschner 2005; Bates *et al.* 2013; Kong *et al.* 2020). Sultenfuss and Doyle (1999), fosforlu gübrelemenin aspride yağ oranını ve tohum verimini birlikte artırdığını bildirmiştir. Ayrıca, N+P kombinasyonlarının özellikle sulu koşullarda en yüksek verim değerlerini sağladığı pek çok araştırmada vurgulanmıştır (Yıldırım vd 2005; Sreekanth *et al.* 2021).

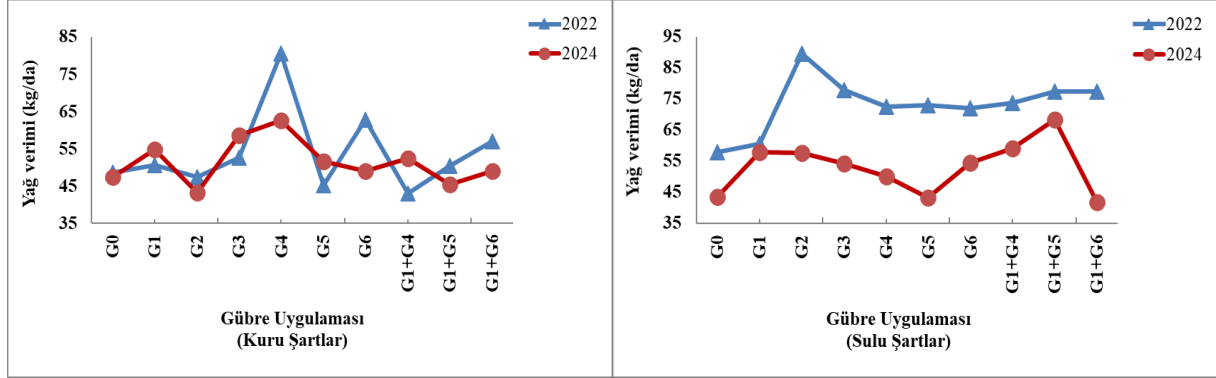
Kombine gübre uygulamalarında (organik gübre +NP) verimin artmasına katkı sağlayan faktörlerden birinin, özellikle azot, fosfor ve potasyum gibi besin elementlerine bitkinin erişiminin artması gösterilmektedir. Bu durumun, organik gübrelerin kimyasal gübrelerle kombinasyon halinde uygulanmasıyla sağlanabildiği, sonuçta bitki büyümesi ve fotosentezin desteklendiği bildirilmiştir. İlaveten, bitkinin büyüme ve fotosentezindeki artışın, yaprak alanındaki artma sonucu meydana geldiği de ifade edilmektedir (Ahanger *et al.* 2021). Organik ve kimyasal gübrelerin birlikte uygulanması, organik azotun mineralizasyonunu hızlandırarak mineral azot arzını artırmakta ve bitkinin kimyasal gübrelerden azot alımını desteklemektedir. Toprağa eklenen organik madde, önce azotun organize edilmesini ve mineralize olmasını sağlar; eşzamanlı uygulamada bitki gerekli azotu alırken, topraktaki mikroorganizmalar da azot

kayıplarını azaltır. Bu süreç, azotun bitkinin büyüme döneminde kademeli ve yeterli şekilde alınmasını mümkün kılar. Erken aşamalarda azot gübresi vejetatif büyümeyi artırırken, üreme dönemi organik ve geç salınımlı besinlerle desteklenmektedir. Sonuç olarak, gerekli besinlerin yeterince sağlandığı uygulamalarda verim oranları daha yüksek olmaktadır (Shirale *et al.* 2014). Diğer araştırmacılar, tarım sistemlerinde kimyasal gübrelerin aşırı kullanımının genellikle nitrat sızması ve yer altı su kirliliği gibi sorunlarla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir (Glendining *et al.* 2009). Organik gübre kullanımı ve optimal tüketim ile doğru tarım uygulamalarının benimsenmesi, kimyasal gübre kullanımını azaltmanın (dengeli tüketim) yöntemlerinden biridir (Dimkpa *et al.* 2020). Yıldırım vd (2005) en yüksek ham yağ verimini 85,92 kg/da olarak bildirmişlerdir. Öztürk vd (2009), sulu koşullarda 62,4 kg/da, kuru koşullarda 26,4 kg/da ham yağ verimi elde ederken, Aydın (2012) Karadeniz koşullarında ham yağ verimini 14,67-30,05 kg/da, Adalı (2016) ise Konya koşullarında 40,06-114,59 kg/da arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bu değerlerin bir kısmı çalışmamız sonuçlarına benzerlik gösterirken, çalışmamızdaki bulgulardan farklı olanlarda olup, farklılığın iklim, toprak ve uygulamalardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kuru ve sulu koşulların yıllar ortalaması değerlendirildiğinde, yağ verimi üzerine gübre uygulamalarının etkisinin istatistiksel olarak kuru ve sulu koşulların her ikisinde de $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu görülmektedir (Tablo 13). Kuru koşullarda yıllık ortalama en fazla yağ verimi değerleri 71,6 kg/da ile G4 (sığır gübresi) ve 56,0 kg/da ile G6 (solucan gübresi) uygulamalarında olmuş, G3 (55,6 kg/da) ve G1 + G6 (53,1 kg/da) uygulamaları bu yüksek değerleri takip etmişlerdir. En az yağ verimleri ise G2 (azot), G1 + G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi) ve G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi) uygulamalarında sırasıyla 45,1, 47,8 ve 48,0 kg/da olarak kaydedilmiştir. Sulu koşullarda ise yıllık ortalama en fazla yağ verimi G2 (azot) uygulamasında 73,6 kg/da olarak elde edilmiş, diğer yüksek yağ verimleri G1 + G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 72,8 kg/da) ve G1 + G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 66,3 kg/da) uygulamalarında belirlenmiştir. Bu uygulamaları G3 (66,1 kg/da) ve G6 (63,3 kg/da) takip etmiştir. En az yağ verimi ise kontrol (G0) uygulamasında 50,7 kg/da olarak tespit edilmiştir (Tablo 13).

Tüm faktörler birlikte değerlendirildiğinde, yıllara göre gübre uygulamalarında aspir bitkisinin yağ veriminin değişik değerler alması, her iki yetiştirme koşulunda da (kuru ve sulu) yıl $\times$ gübre uygulaması interaksyonunun $p < 0,01$ seviyesinde önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 13). Bu durum, gübrelerin yağ verimi üzerine etkisinin yıllara göre değiştiğini, aynı gübre uygulamasının farklı yıllarda farklı etkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Örneğin, kuru koşullarda 2022 yılında en yüksek yağ verimi G4 (80,6 kg/da) ve G6 (62,9 kg/da)

uygulamalarından elde edilirken, 2024 yılında en yüksek değerler G4 (62,7 kg/da) ve G3 (58,7 kg/da) uygulamalarında kaydedilmiştir. Benzer şekilde sulu koşullarda, 2022 yılında G2 (89,5 kg/da) ve G3 (78,0 kg/da) uygulamaları öne çıkarken, 2024 yılında en yüksek yağ verimleri G1 + G5 (68,3 kg/da) ve G1 + G4 (59,1 kg/da) uygulamalarında belirlenmiştir (Tablo 13; Şekil 13).



Şekil 12. Kuru ve sulu koşullarda aspir bitkisine uygulanan gübre çeşitleri ve bunların farklı uygulamalarının deneme yıllarına göre yağ verimine etkisi

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bitkisel üretim, çevresel koşulların yanı sıra besin maddesi yönetimi gibi birçok agronomik faktörden etkilenmekte olup, bu faktörler arasında gübreleme uygulamaları temel belirleyicilerden biridir. Gerek organik gerekse inorganik gübreler, bitkilerin büyüme süreçlerini düzenleyerek verim, kalite ve üretim sürdürülebilirliğini artırmada kritik rol oynamaktadır. Modern tarım sistemlerinde yüksek verim hedefi çoğu zaman azot ve fosfor gibi inorganik gübrelerin yoğun kullanımını gerektirirken, sağlıklı gıda talebinin artması ve çevresel sürdürülebilirlik kaygıları organik gübre kullanımını da önemli hâle getirmiştir. Bu çerçevede, aspir bitkisinde hem yüksek verim ve kalite elde edilmesi hem de organik üretimin insan sağlığı ve ekosistem üzerindeki olumlu etkileri dikkate alındığında, organik ve inorganik gübreleme stratejilerinin birlikte değerlendirilmesi ve organik kaynaklı gübrelemenin ihmal edilmemesi gerektiği bilimsel açıdan önem taşımaktadır.

Hayvansal üretimden elde edilen çiftlik ve kanatlı gübreleri ile son yıllarda kullanımı artan solucan gübresi, bitkisel üretimde önemli organik besin kaynakları olarak önerilmekle birlikte, bu materyallerin farklı bitkilerde hangi form, doz ve uygulama şekliyle kullanılacağına dair bilimsel veriler sınırlıdır. Benzer şekilde, aspir yetiştiriciliğinde bitkinin büyüme, verim ve kalite özellikleri üzerinde kritik rol oynayan ve yaygın olarak kullanılan kimyasal gübreler olan azot ve fosforun organik gübrelerle birlikte kombinasyon şeklinde veya ayrı uygulanmasına yönelik çalışmalar da yetersizdir. Bu araştırma ile, farklı organik gübre kaynakları ile azot ve fosfor uygulamalarının aspir bitkisinin büyüme, verim ve kalite özellikleri üzerindeki etkilerinin kuru ve sulu koşullarda ayrı ayrı belirlenmesi, Erzurum koşullarında en yüksek ekonomik verimi sağlayacak uygun gübre türü, dozu ve uygulama şekillerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Araştırmada sığır, solucan ve tavuk gübreleri ile azotlu ve fosforlu kimyasal gübrelerin önerilen sabit dozları tek olarak ve azot ile fosfor kombinasyonunda belirlenen dozların %50'si azaltılarak organik gübrelerin belirlenen dozlarının tamamıyla ayrı ayrı kombinasyon halinde kuru ve sulu koşullarda uygulanması ile yetiştirilen aspirin bitki boyu, dal sayısı, sap çapı, tabla çapı, tabla başına tohum sayısı, bin tane ağırlığı, dekara tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimine etkileri araştırılmıştır.

Çalışma sonucunda iki yıllık bulgular, iklimsel değişkenliklerin yanı sıra uygulanan gübre tür ve dozlarının bitki gelişimi ile verim ve kalite parametreleri üzerinde belirgin düzeyde etkili olduğunu göstermiştir. Özellikle 2024 yılında artan sıcaklıklar ve bitki gelişme

dönemindeki yetersiz yağış, tüm özelliklerde genel bir düşüşe neden olurken, bazı organik gübre uygulamalarının bu olumsuz çevresel koşulları kısmen dengeleyerek bitkinin performansını koruma yönünde olumlu katkılar sağladığı belirlenmiştir.

Araştırmanın iki yıllık sonuçları değerlendirildiğinde; hem kuru hem de sulu koşullarda aspir bitkisinin gelişim ve verim parametrelerinin deneme yıllarından önemli ölçüde etkilendiği görülmektedir. Kuru koşullarda 2022 yılı, 2024'e kıyasla daha elverişli iklim koşullarına sahip olmuş; bu durum bitki boyu (80,3 ve 57,7 cm), dal sayısı (5,8 ve 4,5 adet), sap çapı (7,8 ve 4,8 mm), tabla çapı (24,6 ve 22,2 mm), tabla başına tohum sayısı (35,6 ve 27,8 adet), tohum verimi (193,4 ve 185,6 kg/da) ve yağ verimi (53,9 ve 51,5 kg/da) gibi birçok özelliğin 2024 yılında azalmasına neden olmuştur. Buna karşılık, bin tane ağırlığı 2024 yılında 45,1'den 52,5 g'a bir artış göstermiştir. Benzer şekilde, sulu koşullarda da 2022 yılında aspir bitkisinin gelişimi için daha uygun çevresel koşullar oluşmu, 2024 yılında bitki boyu (82,0 ve 66,2 cm), dal sayısı (4,5 ve 4,3 adet), sap çapı (7,7 ve 5,3 mm), tabla çapı (25,7 ve 22,1 mm), tabla başına tohum sayısı (39,9 ve 29,2 adet), tohum verimi (270,4 ve 193,0 kg/da) ve yağ verimi (73,2 ve 53,0 kg/da) gibi birçok parametrede belirgin azalmalar meydana gelmiştir. Bununla birlikte, bin tane ağırlığı sulu koşullarda 2024 yılında 46,3 g'dan 53,5 g'a yükselerek artış göstermiştir. Sulu koşullarda da yine yağ oranı iki yıl arasında büyük bir değişiklik göstermemiş ve %27,1 ile %27,5 seviyelerinde kalmıştır.

Kuru koşullarda yürütülen iki yıllık değerlendirme, aspir bitkisinin gelişim ve verim parametrelerinin hem gübre uygulamalarından hem de yıllar arası iklim farklılıklarından önemli ölçüde etkilendiğini göstermiştir. 2022 yılında bitki boyu G2 (%100 N, 83,9 cm) ve G5 (%100 tavuk gübresi, 84,0 cm) uygulamalarında, dal sayısı G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 7,1 adet) uygulamasında, sap çapı kontrol ve G5 (%100 tavuk gübresi) uygulamalarında (8,6 ve 8,1 mm), tabla çapı G5 (%100 tavuk gübresi, 25,5 mm), tabla başına tohum sayısı G5 (%100 tavuk gübresi, 37,5 adet), G1 + G6 (%50NP + %100 solucan gübresi, 37,1 adet) ve G4 (%100 sığır gübresi, 36,4 adet) ve G1 + G5 (%50NP + %100 tavuk gübresi 36,4 adet) uygulamalarında en yüksek değerler elde edilmiştir. Bin tane ağırlığı G1 ve G5 uygulamalarında 47,0 ve 46,1 g seviyelerinde olurken, tohum verimi 291,0 kg/da ile G4 (%100 sığır gübresi) uygulamasında en yüksek düzeye ulaşmıştır. Yağ oranı G1 + G5 (%50NP + %100 tavuk gübresi)'de %28,7 ve %28,3 ile G3 (%100 fosfor) ve G1 (%100 azot + fosfor) uygulamalarında, yağ verimi ise 80,6 kg/da ile yine G4 ((%100 sığır gübresi) uygulamasında en fazla olmuştur. 2024 yılında kuru koşullarda bitki boyu G4 (%100 sığır gübresi, 61,8 cm) ve G0 (kontrol, 60,3 cm) uygulamalarında, dal sayısı G2, G6 ve G1+G5 uygulamalarında (4,8 adet) uygulamalarında, sap çapı, G5 (%100 tavuk gübresi), G4 (%100 sığır gübresi) ve G6 (%100 solucan gübresi)

(sırasıyla 5,3, 5,1 ve 5,0 mm) uygulamalarında, tabla çapı G4 (24,2 mm) ile G6 (23,5 mm)'da, tabla başına tohum sayısı G4 (29,7 adet) ve G1+G4 (29,7 adet) uygulamalarında en fazla bulunmuşlardır. Bin tane ağırlığı 2024 yılında G1+G5 (54,1 g), G1+G6 (53,8 g) ve G2 (53,8 g) uygulamalarından elde edilmiştir. Tohum verimi ise G4 (%100 sığır gübresi) uygulamasında 232,6 kg/da, yağ oranı G3 (29,7%) ile G0 (29,3%) uygulamalarında yüksek bulunurken, yağ verimi ise G4 (62,7 kg/da) ve G3 (58,7 kg/da) uygulamalarında en fazla olmuştur.

Sulu koşullarda yürütülen iki yıllık değerlendirme, aspir bitkisinin gelişim ve verim parametrelerinin gübre uygulamaları ve yıllar arasındaki çevresel farklılıklardan önemli ölçüde etkilendiğini göstermiştir. 2022 yılında, bitki boyu G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi, 86,7 cm) ve G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 84,9 cm) uygulamalarında, dal sayısı G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 4,9 adet) ve G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi, 4,8 adet) uygulamalarında, sap çapı G2 (%100 N, 8,7 mm) ve G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi, 8,5 mm) uygulamalarında en yüksek değerlere ulaşmıştır. Tabla çapı G5 (%100 tavuk gübresi, 26,8 mm), G1+G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 26,3 mm) ve G2 (%100 N, 26,2 mm) uygulamalarında, tabla başına tohum sayısı G4 (%100 sığır gübresi, 44,9 adet) ve G5 (%100 tavuk gübresi, 43,0 adet) uygulamalarında en fazla olmuştur. Bin tane ağırlığı G0 (kontrol, 47,8 g), G1+G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 47,4 g) ve G4 (%100 sığır gübresi, 47,2) uygulamalarında yüksek olurken, tohum verimi 344,2 kg/da ile G2 (%100 N) uygulamasında en yüksek düzeye ulaşmıştır. Yağ oranı G3 (%100 fosfor, 28,0%) ve G6 (%100 solucan gübresi, 28,3%) uygulamalarında yüksek bulunurken, yağ verimi 89,5 kg/da ile yine G2 (%100 N) uygulamasında en fazla olmuştur. 2024 yılında sulu koşullarda bitki boyu G2 (%100 N, 72,1 cm) ve G4 (%100 sığır gübresi, 71,8 cm) uygulamalarında, dal sayısı G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 5,1 adet) ve G1 (%100 NP, 4,6 adet) uygulamalarında, sap çapı G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 6,5 mm) ve G2 (%100 N, 5,9 mm) uygulamalarında, tabla çapı G2 (%100 azot, 23,6 mm) ve G6 (%100 solucan gübresi, 23,3 mm) uygulamalarında, tabla başına tohum sayısı ise kontrol (G0, 32,3 mm) ile G1+ G5 ((%50 NP + %100 tavuk gübresi, 30,4 adet) ve G6 (%100 solucan gübresi, 30,3 adet) uygulamalarında en fazla olmuştur. Bin tane ağırlığı 2024 yılında G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi, 53,8–55,4 g) ve G1+G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 54,9 g) uygulamalarında en yüksek olurken, tohum verimi G2 (%100 N) uygulamasında (227,3 kg/da), yağ oranı G1+G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi, 30,3%) ve G3 (%100 fosfor, 29,0%) uygulamalarında yüksek bulunmuştur. Yağ verimi ise 68,3 kg/da ile G1+G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi) ve 57,6 kg/da ile G2 (%100 N) uygulamalarında en fazla olmuştur.

Kuru koşulların yıllar ortalaması değerlendirildiğinde, aspir bitkisinin gelişim ve verimine ilişkin birçok karakterde farklı uygulamaların öne çıktığı görülmüştür. Bitki boyu G2 (%100 azot) uygulamasında 71,0 cm ile, dal sayısı G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi, 5,7 adet) sağlarken, sap çapı G5 (%100 tavuk gübresi)'de 6,7 mm, tabla çapı ise G4 (%100 sığır gübresi) uygulamasında 24,3 mm ile ilk sırada yer almışlardır. Tabla başına tohum sayısı ise G1 + G6 (%50NP + %100 tavuk gübresi) uygulamasında 33,5 adet ile en fazla olmuşlardır. Tohum dolum kapasitesinin göstergesi olan bin tane ağırlığı en yüksek G1 (%100 azot + fosfor) uygulamasında (50,1 g) en tespit edilmiştir. Verim özellikleri incelendiğinde, G4 (%100 sığır gübresi) hem tohum veriminde (261,8 kg/da) hem de yağ veriminde (71,6 kg/da) en yüksek değerlere ulaşmış olup, yağ oranı ise G3 (%100 fosfor) uygulamasında %29,0 ile en fazla olmuştur.

Sulu koşullarda yıllar ortalaması incelendiğinde, ele alınan karakterlerde en fazla üstünlük sağlayan uygulama G2 (%100 azot) olmuştur. Bu uygulama (%100 azot) sap ve tabla çapında 7,3 ve 24,9 mm ile, verim parametrelerinden tohum veriminde 285,8 kg/da ve yağ veriminde ise 73,6 kg/da ile en yüksek değerlere ulaşmıştır. Bitki boyu bakımından G1+G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) 78,1 cm ile en fazla olurken, G2 (%100 azot) 77,4 cm ile yine yüksek boylu bitkilerin elde edilmesini sağlamıştır. Dal sayısı en fazla G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi) uygulamasında 5,0 adet olmuştur. En fazla tabla başına tohum sayısı G4 (%100 sığır gübresi) uygulamasında (36,5 adet), bin tane ağırlığı ise G1+G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi) uygulamasında (51,2 g) tespit edilmiştir. Ayrıca yağ oranı G3 (%100 fosfor) uygulamasında %28,5 ile en yüksek olmuştur.

Aspir bitkisinin büyüme, gelişim ve verimi üzerine farklı organik ve inorganik gübrelerin önerilen dozlarının tamamının yalnız ve bu gübrelerin azot ve fosforun yarı yarıya azaltılmış dozlarının birbirleriyle kombinasyonlar halinde uygulanmasının farklı performanslar gösterdiğini ortaya koymuştur. Mevcut çalışmanın sonuçlarından, organik gübreler ile özellikle azot ve fosfor kombinasyonunda önerilen dozların yarsının birbirlerini tamamlayacak şekilde birlikte kullanılmasının aspirin verimini ve kalitesini artırabileceği sonucuna varılmaktadır. Bu gübrelerin her birinden, önemli miktarlarda ve farklı zamanlarda temel besin ve büyümeyi teşvik eden maddelerin salınması bitkinin bu gübre uygulamalarına olumlu tepki verdiği düşünülmektedir. Gübre çeşitlerinin çözünürlük hızlarının ve zamanlarının değişik olması bitkinin gelişme dönemi boyunca ihtiyacı olan besinleri alabilmesine neden olabilmektedir. Böylelikle, bir bitkinin besin kullanım verimliliği ve etkinliği de artırılmış olacaktır. Aynı zamanda birlikte uygulanan gübreler toprak dokusunu, havalandırmayı ve toprak sıkışıklığını daha iyi bir şekilde düzenledikleri gibi, bitki su ve besin alımını artırmaları, daha sağlıklı bitki

gelişimine katkıda bulunan hormonlar, vitaminler, bitki düzenleyiciler, antibiyotikler ve faydalı mikroorganizmalar içermelerinin de katkısı olabilmektedir. Çalışmamızda aspir bitkisine önerilen organik gübrelerin ve bu gübrelerin en azından birinin azot+fosforun yarı dozları ile (organik gübre + NP) birlikte uygulanmasının incelenen karakterleri (bitki boyu, dal sayısı, sap çapı, tabla çapı, tohum sayısı, bin tane ağırlığı, dekara verim, yağ oranı ve yağ verimini) önemli ölçüde iyileştirdiği ortaya koymuştur. Bu tür gübreler tarladan besin maddesi kayıplarını en aza indirirken bitkiye ekonomik olarak optimum besin sağlayarak bitkinin genel performansını böylelikle artırabilmektedir.

Sonuç olarak, çalışmanın bulguları, yağış koşullarında yürütülen kuru tarım alanlarında aspir bitkisinin özellikle sığır gübresi başta olmak üzere organik gübre ve organik gübre içerikli diğer gübre uygulamalarının sürdürülebilir verimlerin elde edilebileceğini açıkça göstermektedir. Organik gübrelerin (özellikle çiftlik gübresinin) kuru koşullarda toprağın nem içeriğini artırarak bitkide daha yüksek verim sağlaması, bu koşullar altında kimyasal gübrelere göre daha uygun bir alternatif olduğunu ortaya koymaktadır. Kuru koşullarda %100 sığır gübresi uygulaması (G4) birçok parametrede üstünlük sağlayarak ön plana çıkmıştır. G4 uygulaması yıllar ve ortalamasında tohum ve yağ verimi bakımından tüm uygulamaların üzerinde yer almış, ayrıca tabla çapı, tabla başına tohum sayısı ve sap çapı gibi verim bileşenlerinde yüksek değerler elde edilmesiyle kuru koşullarda bitki verimliliğini artırmada katkı sağladığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle kuru koşullar dikkate alındığında, özellikle %100 sığır gübresi (G4) uygulaması; bitki gelişimi, tohum verimi ve yağ verimi bakımından en yüksek değerleri sağlaması nedeniyle öne çıkmıştır. Bunun yanında, verim ve kaliteyi artırmak için azot ve fosforun yarı dozda sığır gübresi ile birlikte uygulandığı G1+G4 (%50 NP + %100 sığır gübresi) kombinasyonu, özellikle dal sayısını artırıcı etkisinin potansiyel olarak tabla sayısını yükseltebilmesi sebebiyle ek bir seçenek olarak değerlendirilebilir. Yağ oranını yükseltmeye yönelik durumlarda ise %100 fosfor (G3) uygulaması tercih edilebilecek diğer seçenek olabilir.

Sulu koşullar, gübre uygulamalarının etkisini daha net ortaya koymuş ve özellikle azotlu gübrelerin aspir verimi üzerindeki belirgin etkisini güçlendirmiştir. Bu kapsamda iki yıllık veriler değerlendirildiğinde %100 azot uygulaması (G2) sulu koşullar için en uygun gübreleme stratejisi olarak öne çıkmaktadır. G2 uygulaması tohum verimi ve yağ verimi ile tüm uygulamaların üzerinde yer almış, ayrıca sap çapı ve bitki boyu gibi vejetatif gelişim parametrelerinde de en yüksek değerleri vermiştir. Sulu koşullar altında ikinci olarak öne çıkan uygulama G1+G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi) olup özellikle tohum verimi, yağ verimi ve bin tane ağırlığı açısından yüksek seviyelerde performans göstermiştir. Tüm veriler birlikte

değerlendirildiğinde sulu koşullarda yüksek verim ve yağ üretimi için en uygun uygulama G2 (%100 azot) olup, kimyasal gübre kullanımının kısmen azaltılarak organik katkı ile desteklenmek istendiği durumlarda G1+G5 (%50 NP + %100 tavuk gübresi) kombinasyonu güçlü bir alternatif olarak önerilebilir. Dolayısıyla toprak yapısının sürdürülebilirliği açısından organik gübre kombinasyonları ise destek uygulaması olarak tavsiye edilebilir. Ayrıca yağ oranı açısından en yüksek değerin elde edildiği %100 fosfor (G3) uygulaması kuru şartlarda olduğu gibi tercih edilebilecek diğer seçenek olabilir. Diğer taraftan 2022 yılı verilereine göre sulu (%21,0) ve kuru (%17,0) koşullarda en yüksek protein oranı ise G1 + G6 (%50 NP + %100 solucan gübresi) uygulamasından elde edilmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, kuru koşullarda organik gübrelerin (özellikle sığır gübresinin) toprak fiziksel özelliklerini iyileştirerek su tutma kapasitesini artırdığı, besin elementlerinin yavaş ve dengeli salınımını sağlayarak aspir bitkisinin verim ve verim bileşenlerini optimize ettiği düşünülmektedir. Buna karşılık, sulu koşullarda mineral azotlu gübrelemenin bitkinin büyüme performansını ve besin kullanım verimliliğini artırarak çiçeklenme ve tohum oluşumunu daha etkin şekilde desteklediği, bunun da tohum verimi ve verim unsurlarını belirgin biçimde yükselttiği söylenebilir. Dolayısıyla, su mevcudiyetine bağlı olarak organik ve mineral gübre formlarının farklı işlevsel roller üstlendiği, en fazla verim ve yağ üretim etkinliğinin sağlanabilmesi için gübreleme programlarının koşullara özgü şekilde planlanması gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKÇA

- Abbas, G., Saqib, M., Rafique, Q., ur-Rahman, M.A., Akhtar, J., ul-Haq, M.A., Nasim, M., 2013. Effect of salinity on grain yield and grain quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 50, 185-189.
- Abbasi, P.A., Al-Dahmani, J., Sahin, F., Hoitink, H.A.J., Miller, S.A., 2002. Effect of compost amendments on disease severity and yield of tomato in conventional and organic production systems. Plant Disease, 86, 156-161.
- Abdel-Kader, A.A.S., Saleh, F.E.M., Ragab, A.A., 2016. Effect of organic manure and bio-fertilizers on productivity and quality of cumin (*Cuminum cyminum*, L.) plant grown in calcareous sandy soil. Assiut Journal Of Agricultural Sciences, 47, 473-483.
- Abdolrahmani, B., 2005. Effect of plant density on grain and oil yield of safflower c.v. Arak 2811 in dryland conditions. Seed and Plant, 20, 417-428.
- Abdou, N.M., Roby, M.H.H., AL-Huqai, A.A., Elkelish, A., Sayed, A.A.S., Alharbi, B.M., Mahdy, H.A.A., Abou-Sreea, A.I.B., 2023. Compost improving morpho physiological and biochemical traits, seed yield, and oil quality of *Nigella sativa* under drought stress. Agronomy, 13, 1147.
- Abou Chehade, L., Angelini, L.G., Tavarini, S., 2022. Genotype and seasonal variation affect yield and oil quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Mediterranean an conditions. Agronomy, 12 (1): 122.
- Adalı, M., 2016. Konya Koşullarında bazı aspir (*Carthamus tinctorious* L.) Çeşit ve hatlarında verim, verim unsurları ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya.
- Adnan, M., Shah, Z., Fahad, S., Arif, M., Alam, M., Khan, I.A., Nasim, W., 2017. Phosphate-solubilizing bacteria nullify the antagonistic effect of soil calcification on bioavailability of phosphorus in alkaline soils. Scientific Reports, 7 (1): 16131.
- Afzal, O., Asif, M., Ahmed, M., Awan, F.K., Aslam, M.A., Zahoor, A., Bilal, M., Shaheen, F.A., Zulfiqar, M.A., Ahmed, N., 2017. Integrated nutrient management of safflower (*Carthamus Tinctorius* L.) under rainfed conditions. American Journal of Plant Sciences, 8, 2208-2218.
- Ahanger, M.A., Qi, M., Huang, Z., Xu, X., Begum, N., Qin, C., Zhang, C., Ahmad, N., Mustafa, N.S., Ashraf, M., Zhang, L., 2021. Improving growth and photosynthetic performance of drought stressed tomato by application of nano-organic fertilizer involves up-regulation of nitrogen, antioxidant and osmolyte metabolism. Ecotoxicology and Environmental Safety, 216. DOI: 10.1016/j. ecoenv.2021.112195.
- Ahmad, K., Saqib, M., Akhtar, J., Ahmad, R., 2012. Evaluation and characterization of genetic variation in maize (*Zea mays* L.) for salinity tolerance. Pakistani Journal of Agricultural Sciences, 49, 521-526.
- Ahmed, Z., Medekkar, S., Mohammad, S., 1985. Response of safflower to nitrogen and phosphorus. Indian Journal of Agronomy, 30 (1): 128-130.
- Aira, M., Monroy, F., Domínguez, J., Mato, S., 2002. How earthworm density affects microbial biomass and activity in pig manure. European Journal of Soil Biology, 38 (1): 7-10.
- Alzamel, N.M., Taha, E.M., Bakr, A.A., Loutfy, N., 2022. Effect of organic and inorganic fertilizers on soil properties, Growth yield, and physiochemical properties of sunflower seeds and oils. Sustainability, 14, 12928. DOI: 10.3390/su141912928.

- Amirkhiz, K.F., Dehaghi, M.A., Sanavy, S.A.M.M., Rezazadeh, A., 2021. Evaluation of changes in fatty acid profile, grain, and oil yield of (*Carthamus tinctorius* L.) in response to foliar application of polyamine compounds under deficitirrigation conditions. *Industrial Crops and Products*, 161. DOI: 10.1016/j.indcrop.2020.113231.
- Anonim, 2015. Bitkisel ve Hayvansal Atık Yağdan Biyodizel Üretimi.
- Arancon, N., 2004. “An Interview with Dr. Norman Arancon”. In *Casting Call*, 9(2), August.
- Arioğlu, H.H., Kolsarıcı, Ö., Göksu, A.T., Güllüoğlu, L., Arslan, M., Çalışkan, S., Arslanoğlu, F., 2010. Yağ bitkileri üretiminin artırılması olanakları. *Türkiye Ziraat Mühendisleri Birliği VII. Teknik Kongresi*, Ankara, 361-377.
- Arslan, B., Altuner, F., Tuncturk, M., 2003. An investigation on yield and yield components of some safflower varieties which grown in Van. *5th Field Crops Cong. Turkey*, 1, 468-472.
- Arslan, Y., Bayraktar, N., 2015. Farklı azot ve fosfor seviyelerinin kuru şartlarda yetiştirilen aspir (*Carthamus tinctorious* l.) bitkisinin bazı verim özellikleri üzerine etkisi, *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD)*, 1(2), 94 – 103.
- Arslan, Y., Bayraktar, N., 2016. Farklı azot ve fosfor seviyelerinin Ankara ekolojik koşullarında aspir (*Carthamus tinctorious* L.) bitkisinin yağ oranı ve kompozisyonu üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (03).
- Ashour, H.A., Esmail, S.E.A., El-Attar, A.B., 2023. Effect of different nitrogen forms and biotreatments on the growth and seed yield of downy safflower (*Carthamus lanatus*). *Advances in Horticultural Science*, 37 (2): 185-196. DOI: 10.36253/ahsc12938.
- Atabey, E., 2009. Farklı Ekim zamanlarının aspir çeşitlerinde bazı tarımsal özellikleri ve biyodizel kalitesi üzerine etkisi. *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Atam, Y., 2010. Farklı ekim zamanlarının aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin verim ve verim unsurlarına etkisi. *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Erzurum, 54.
- Ay, M., Öztürk, F., 2025. Effects of phosphorus application rates on yield and fatty acid composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Cultivars under southeastern anatolia conditions. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 9 (3), 913-922.
- Aydın, E., 2012. Bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin Samsun ekolojik koşullarında verim, verim unsurları ve kalite kriterlerinin belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Samsun.
- Azimzadeh, S.M., 2017. Effect of organic fertilizers on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorious* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 15 (3): 575-587.
- Azimzadeh, S.M., Kocheki, A.R., Pala, M., 2013. Effect of different tillage systems on some soil physical and chemical characteristics. *Research in Agricultural Sciences*, 2, 51-63.
- Azzedine, F., Gherroucha, H., Baka, M., 2011. Improvement of salt tolerance in durum wheat by ascorbic acid application. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 7, 27-37.
- Bagheri, H., Sam-Daliri, M., 2011. Effect of water stress on agronomic traits of spring safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* l.). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5 (12): 2621-2624.
- Baghkhani, F., Farahbakhsh, H., 2009. Effects of drought stress on yield and physiological traits of spring safflower cultivars. *Agricultural Research*, 8 (2): 45–57.

- Baishya, L.K., 2009. Response of potato varieties to organic and inorganic sources of nutrients. Visva-Bharati University, Ph.D.Thesis, West Bengal, India, 99– 102.
- Barker, A.V., Bryson, G.M., 2006. Comparisons of composts with low or high nutrient status for growth of plants in containers. *Soil Science and Plant Analyses*, 37 (9): 1303-1319.
- Barnabás, B., Jäger, K., Fehér, A., 2008. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. *Plant, Cell and Environment*, 31, 11–38.
- Basiri, H.K., Sepheri, A., Sadeghi, M., 2013. Effect of salinity stress on the germination of safflower seeds (*Carthamus tinctorius* L. cv. Poymar). *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3 (11): 934-937.
- Bates, P.D., Stymne, S., Ohlrogge, J., 2013. Biochemical pathways in seed oil synthesis. *Current Opinion in Plant Biology*. DOI: 10.1016/j.pbi.2013.02.015.
- Baydar, H., Turgut, I., 1999. Some morphological composition of fatty acids in oilseed plants and change according to physiological properties and ecological regions. *Turk. J. Agric. For.*, 23 (1): 81-86.
- Bayraktar, N., 1991. Kışlık ve yazlık aspir (*Carthamus tinctorius* L.) döllerinde verimi etkileyen faktörler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1215.
- Bayraktar, N., Can, O., Kosar, F.C., Balcı, A., Uranbey, S. 2005. Production and development potential of oil crops in central and transitional anatolia zone. VIth International Safflower Conference, Istanbul, Turkey , 257-267.
- Beyyavas, V., Dogan, L., 2022. Yield, yield components and oil ratios of irrigated and rainfed safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.) under semi-arid climate conditions. *Applied Ecology and Environmental Research*, 20 (2): 1807-1820.
- Beyyavas, V., Haliloglu, H., Copur, O., Yilmaz, A., 2011. Determination of seed yield and yield components of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars, lines and populations under the semi-arid conditions. *African Journal of Biotechnology* 10: 527-534
- Beyyavaş, V., Cun, S., Sakin, E., Ramazanoğlu, E., Karacan, Ç., 2025. The effects of vermicompost, farm manure, and dap+urea fertilizers on safflower (*Carthamus tinctorius* L.) growth and soil enzyme activity in saline and non-saline soils. *Ispex Journal of Agricultural Sciences*, 9 (2): 558-571. DoI: 10.5281/Zenodo.15239548.
- Bitarafan, Z., Shirani-Rad, A.H., Delkhosh, B., 2011. Spring safflower yield and yield components response to nitrogen rates under different temperature regimes. *International Journal of Science and Advanced Technology*, 7 (1): 26-31.
- Bittman, S., Hunt, D., Liu, A., Kowalenko, G., Grant, C.B., 2010. Long term application of dairy slurry reduces cd concentration in sunflower (*Helianthus annuus* L.). 14th Ramiran International Conference, 12-15 September 2010.
- Blaise, D., Singh, J.V., Bonde, A.N., Tekale, K.U., Mayee, C.D., 2005. Effects of farm yard manure and fertilizers on yield fibre quality and nutrient balance of rainfed cotton (*Gossypium hirsutum*). *Bioresource Technology*, 96 (3): 345-349.
- Blum, A., 2011. Drought resistance – is it really a complex trait?. *Functional Plant Biology*, 38, 753-757.
- Bocchi, S., Tano, F., 1994. Effect of cattle manure and components of pig slurry on maize growth and production. *European Journal of Agronomy*, 3, 235-241.

- Bot, A., Benites, J., 2005. The importance of soil organic matter: key to drought resistant soil and sustained food production. The Food and Agriculture Organization of the United Nations, 80.
- Brohi, A., Aydeniz, A., Karaman, M.N., 1995. Toprak verimliliği. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayınları 5, Kitaplar Serisi 5, Tokat.
- Bybordi, A., 2016. Influence of zeolite, selenium and silicon upon some agronomic and physiologic characteristics of canola grown under salinity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 47, 832-850. DOI:10.1080/0010.3624. 2016.1146898.
- Byrareddy, K., Uppar, D.S., Vyakaranahal, B.S., Hiremath, S.M., Hunje, R., Nadaf, H.I., 2010. Effect of Integrated Nutrient Management on Sunflower Hybrid (KBSH-I) Seed Production. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 21 (2): 171-175.
- Canavar, Ö., Götz, K.P., Ellmer, F., Chmielewski, F.M., Kaynak, M.A., 2014. Determination of the relationship between water use efficiency, carbon isotope discrimination and proline in sunflower genotypes under drought stress. *Australian Journal of Crop Science*, 8: (2), 232-242.
- Cazzato, E., Ventricelli, P., Corleto, A., 1997. Effects of date of seeding and supplemental irrigation on hybrid and open-pollinated safflower production in southern Italy. IVth International Safflower Conference, 2-7 June, Bari, Italy.
- Cevheri, C.İ., Sakin, E., Ramazanoglu, E., 2021. Effects of different fertilizers on some soil enzymes activity and chlorophyll contents of two cotton (*Gossypium hirsutum* L.) varieties grown in a saline and non-saline soil. *Journal of Plant Nutrition*, 45 (1): 95-106.
- Chaudhry, A.H., 1981. The present status of research and development of safflower. *Proceedings First International Safflower Conference*, 12-16 July, University of California Davis, California.
- Cheraghi, Y., Mohyedi, F.A., Kalhor, M., 2016. Effects of organic and chemical fertilizers on yield components of common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Cheraghi IIOABJ*, 7(8), 82-86.
- Cherif, H., Ayari, F., Ouzari, H., Marzorati, M., Brusetti, L., Jedidi, N., Hassen, A., Daffonchio, D., 2009. Effects of municipal solid waste compost, farmyard manure and chemical fertilizers on wheat growth, soil composition and soil bacterial characteristics under Tunisian arid climate. *European Journal of Soil Biology*, 45, 138-154.
- Chhabra, R., Chhabra, R., 2021. Nutrient management in salt-affected soils. in: *salt-affected soils and marginal waters. Global Perspectives and Sustainable Management*, 349-429.
- Cholaki, L., Fernandez, E.M., Asnal, W.E., Giayetto, O., Plevich, Y.J.O., 1993. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) sowing dates in rio cuouto. 395-402. Paper presented at The Third International Safflower Conference, June 14-18, Beijing, China. 124. Paper presented at The Fourth International Safflower Conference, Bari, Italy.
- Coşge, B., Gürbüz, B., Kıralan, M., 2007. Oil content and fatty acid composition of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties sown in spring and winter. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1 (3): 11-15.
- Çalışkan, M.E., Mert, A., Mert, M., İşler, N., 1998. Evaluation of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars for morpho-agronomic characters under Hatay ecological conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, 3 (2): 51-54.

- Çamaş, N., Çırak, C., Esendal, E., 2007. Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown in northern Turkey conditions. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences, Turkey*.
- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F., Yaşın, S. 2011. Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28 (1): 56-69.
- Dadashi, N., Khajepour, M.R., 2004. Effects of planting date and cultivar on growth, yield components and seed yield of safflower in Isfahan. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 8 (3): 95-112.
- Dadiga, A., Kadwey, S., Prajapati, S., 2015. Influences of organic and inorganic sources of nutrients on growth, yield attributed traits and yield economic of coriander (*Coriandrum sativum* L.) cv JD-1. *Indian Journal of Agricultural Research*, 49 (6): 577-580.
- Dajue, L., Mündel, H.H. 1996. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) promoting the conservation and use of underutilized and neglected crop institute of plant genetics and crop plant. 7. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 85.
- Das, S., Jeong, S.T., Das, S., Kim, P.J., 2017. Composted cattle manure increases microbial activity and soil fertility more than composted swine manure in a submerged rice paddy. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1702. DOI: 10.3389/ fmicb.2017.01702.
- Dashora, P., Sharma, R.P., 2006. Effect of sowing date, irrigation and sulphur nutrition on yield attributes, yield and oil content of safflower. *Crop Res Hisar*, 31 (1): 56.
- Dhaliwal, S.S., Sharma, V., Verma, V., Kaur, M., Singh, P., Gaber, A., Laing, A.M., Hossain, A., 2023. Impact of manures and fertilizers on yield and soil properties in a rice-wheat cropping system. *PLoS ONE* 18(11): e0292602. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292602>.
- Dimkpa, C.O., Andrews, J., Sanabria, J., Bindraban, P.S., Singh, U., Elmer, W.H., Gardea-Torresdey, J.L., White, J.C., 2020. Interactive effects of drought, organic fertilizer, and zinc oxide nanoscale and bulk particles on wheat performance and grain nutrient accumulation. *Science of The Total Environment*, 722. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.137808.
- Dordas, C., Sioulas, C., 2008. Safflower yield , chlorophyll content, photosynthesis , and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Indian Crop Production*, 27, 75-85.
- Edalat, M., Naderi, R., 2016. Effect of organic and mineral fertilizer on safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed yield and yield components. *Biological Forum – An International Journal*, 8 (2): 172-180.
- Efe, A., 2014. Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Farklı dozlarda uygulanan azotlu gübre ve çiftlik gübresinin verim ve verim öğelerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, yüksek lisans tezi*, Van.
- Eghball, B., Ginting, D., Gilley, J.E. 2004. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. *Agronomy Journal*, 96, 442–447.
- El-Ghamry, A.M., 2011. Soil fertility and potato production as affected by conventional and organic farming systems. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 2 (2): 141 – 156.
- El-Serogy, S.T., 1993, Response of safflower to npk fertilization levels, proceedings. Third International Safflower Conference, 14-18 June, Beijing China, 410-420.

- Emongor, V.E., 2010. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) the underutilized and neglected crop: A review. *Asian J. Plant Sci*, 9(6), 299-306.
- Emongor, V.E., Oagile, O., 2017. Safflower production. Impression House Publishers, Industrial West, Gaborone, Botswana, 62.
- Emongor, V.E., Oagile, O., Kedikanetswe, B., 2015. Effects of plant population and season on growth and development of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as an ornamental plant. *Acta Horti*, 1077, 35-45.
- Erbaş, S., 2007. Aspirde (*Carthamus tinctorius* L.) Sentetik Erkek Kısırlılığı Tekniği İle Elde Edilmiş Melez Populasyonlarından Hat Geliştirme Olanakları., Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, 93.
- Esendal, E., 1973. A Research on the Phenological and Morphological Traits, and Yields and Seed Properties of Some Domestic and Foreign (*Carthamus tinctorius* L.) Cultivars Grown under Erzurum Ecological Conditions. Atatürk University Publishing, Erzurum, Turkish.
- Esendal, E., 1981. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)’de değişik sıra aralıkları ile farklı seviyelerde azot fosfor uygulamalarının verim ve verimle ilgili bazı öğeler üzerinde etkileri. Atatürk Üniversitesi Fen bilimler enstitüsü, Doçentlik tezi, Erzurum.
- Eslam, B.P., 2011. Evaluation of physiological indices for improving water deficit tolerance in spring safflower. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13, 327-338.
- Esmailian, Y., Sirousmehr, A.R., Asghripour, M.R., Amiri, E., 2012. Comparison of sole and combined nutrient application on yield and biochemical composition of sunflower under water stress. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2 (3).
- Evenson, R.E., Gollin, D., 2003. Assessing the impact of the Green Revolution, *Science*, 300 (5620): 758–762.
- Fang, Y., Xiong, L., 2015. General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants. *Cellular and Molecular Life Sciences* 72, 673–689.
- Farooq, M., Hussain, M., Wahid, A., Siddique, K.H.M., 2012. Drought stress in plants: an overview. *Plant Responses to Drought Stress*, 1-33.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, S.M.A., 2009., Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 185–212.
- Farooq, M., Khan, A.Y., Ilyas, N., Khan, M.N., Khan, I., Bakhtiar, M., 2018. Effect of different organic manures on the yield of safflower cultivars. *European Academic Research*, 6, 731-53.
- Feyzollahzadeh, M., Motlagh, A.M., Nikbakht, A.M., 2014. Effect of irrigation and nutrient on physical properties of safflower seeds. *International Agrophysics*, 28, 7-14. DOI: 10.2478/intag-2013-0022.
- Galavi, M., Ramroudi, M., Tavassoli, A., 2012. Effect of micronutrients foliar application on yield and seed oil content of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 7 (3): 482-486.
- Gao, C., ElSawah, A.M., Ali, D.F.I., Alhaj Hamoud, Y., Shaghaleh, H., Sheteiwy, M.S., 2020. The integration of bioand organic fertilizers improve plant growth, grainyield,quality and metabolism of hybridmaize (*Zea mays* L.). *Agronomy*, 10, 319.

- Gao, J., Thelen, D.K., Min, D., Smith, S., Hao, X., Gehl, R., 2009. Effects of manure and fertilizer applications on canola oil content and fatty acid composition. *Agronomy Journal*, 102 (2): 790-797.
- Gecgel, U., Demirci, M., Esendal, E., 2007. Fatty acid composition of the oil from developing seeds of different varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84, 47-54.
- Genan, H., Bavalgave, V.G., Meena, R.K., Krushiv, P., Kumar, A., Doodwal, R., Lochhib, J.S., Gupta, I., 2025. Growth and yield of safflower varieties to different nitrogen levels (*Carthamus tinctorius* L.) under irrigated and rainfed condition. *International Journal of Research in Agronomy* 8 (5): 665-669. DOI: [10.33545/2618060X.2025.v8.i5i.2963](https://doi.org/10.33545/2618060X.2025.v8.i5i.2963).
- Ghobadi, F., Majnoun Hosseini, N., Oveysi, M., Akbari, G.A., 2022. Effect of different levels of irrigation and nitrogen fertilizer on yield and yield components of some safflower cultivars in alborz province. *Journal of Crops Improvement*, 24(3), 761–775. DOI: [10.22059/jci.2021.322613.2542](https://doi.org/10.22059/jci.2021.322613.2542).
- Ghuman, B., Sur, H., 2006. Effect of Manuring on soil properties and yield of rainfed wheat. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 54, 6-11.
- Glendining, M.J., Dailey, A.G., Williams, A.G., Evert, F.K.V., Goulding, K.W.T., Whitmore, A.P., 2009. Is it possible to increase the sustainability of arable and ruminant agriculture by reducing inputs?. *Agricultural Systems*, 99, 117–125. DOI: [10.1016/j.agsy.2008.11.001](https://doi.org/10.1016/j.agsy.2008.11.001).
- Grant, C., 2006. Enhancing nitrogen use efficiency in dryland cropping systems on the northern great plains. 18th World Congress of Soil Science, Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- Gupta, G., Dhar, S., Dass, A., Sharma, V. K., Shukla, L., Singh, R., Kumar, A., Kumar, A., Jinger, D., Kumar, D., S. Sannagoudar, M.S., 2020. Assessment of bio-inoculants-mediated nutrient management in terms of productivity, profitability and nutrient harvest index of pigeonpea–wheat cropping system. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 43, 2911-28.
- Gürsoy, M., Nofouzi, F., Başalma, D., 2015. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerine farklı dozlarda uygulanan peg (polietilenglikol)’in çimlenme ve erken fide gelişimine etkisi. 11. Tarla Bitkileri Kongresi, Çanakkale.
- Haliru, M., Dikko, A.U., Audu, M., Aliyu, I., 2015. Effect of cow dung on soil properties and performance of sweet potato in Sudan Savanna, Nigeria. *International Journal of Plant & Soil Science*, 5, 212-216.
- Hargreaves, J.C., Adl, M.S., Warman, P.R., 2008. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. *Agric. Ecosyst. Environ.* 123, 1-14.
- Hassan, U.F., Ahmed, M., 2012. Oil and fatty acid composition of peanut cultivars grown in Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 44 (2): 627-630.
- Hatfield, J.L., Boote, K.J., Kimball, B.A., 2011. Climate impacts on agriculture: implications for crop production. *Agronomy Journal*, 103, 351–370.
- Heidari, M., Mohamadi, S., 2014. Effect of arsenic and nitrogen application on grain yield and some physiological parameters of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 1 (1): 48-51.
- Helmy, A.M., Ramadan, M.F., 2009. Agronomic performance and chemical response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to some organic nitrogen sources and conventional nitrogen fertilizers under sandy soil conditions. *Grasasy Aceites*, 60 (1), 55-67.

- Henke, J., Breusted, G., Sieling, K., Kage, H., 2007. Impact of uncertainty on the optimum nitrogen fertilisation rate and agronomic, ecological and economic factors in an oilseed rape based crop rotation. *Journal of Agricultural Science*, 1454, 455-468.
- Hiwale, S.D., Chorey, A.B., Deshmukh, M.R., Thakare, G.V., Kubde, K.J., 2018. Effect of organic manures and nutrient management practices on growth, yield and quality parameter of safflower under rainfed condition. *International Journal of Chemical Studies*, 8 (4): 3290-3294.
- Hojati, M., Modarress-Sanavy, S.A.M., Karimi, M., Ghanati, F., 2011. Responses of growth and antioxidant systems in *Carthamus tinctorius* L. under water deficit stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 33 (1): 105-112.
- Hossain, A.B.M.S., Hakim, M.A., Onguso, J.M., 2003. Effect of manure and fertilizers on growth and yield of potato. *Pak. J. Biol. Sci.*, 6, 1243-1246.
- Ibeawuchi, I.I., Opara, F.A., Tom, C.T., Obiefuna, J.C. 2007. Graded Replacement of Inorganic Fertilizer with Organic Manure for Sustainable Maize Production in Owerri Imo State, Nigeria. *Life Science Journal*, 4 (2): 82-87.
- Irin, I.J., Hasanuzzaman, M., 2024. Role of organic amendments in improving the morphophysiology and soil quality of *Setaria italica* under salinity. *Heliyon*, 10 (19).
- Istanbulluoglu, A., 2009. Effects of irrigation regimes on yield and water productivity of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Mediterranean climatic condition. *Agric. Water Manage*, 96 (12), 1792-1798.
- Jabbari, M., Ebadi, A., Tobeh, A., Mostafaii, H., 2010. Effects of supplemental irrigation on yield and yield components of spring safflower genotypes. *Recent Research in Science and Technology*, 2: 23-28.
- Jaga, P.K., 2013. Effect of integrated nutrient management on wheat – A review. – *Innovare. Journal of Agricultural Sciences*, 13, 68-76.
- Jahiruddin, M., Rahman, M.A., Haque, M.A., Rahman, M.M. Islam, M.R., 2012. Integrated nutrient management for sustainable crop production in Bangladesh. *Acta Hort*, 85-90. DOI: 10.17660.2012.958.8.
- Jalilian, J., Modarres-Sanavy, S.A.M., Saberali, S.F., Sadat-Asilan, K., 2012. Effects of the combination of beneficial microbes and nitrogen on sunflower seed yields and seed quality traits under different irrigation regimes. *Field Crops Research*. 127, 26-34. DOI: 10.1016/j.fcr.2011.11.001.
- Janmohammadi, M., Amanzadeh, T., Sabaghnia, N., Ion, V., 2016. Effect of nano-silicon foliar application on safflower growth under organic and inorganic fertilizer regimes. *Botanica Lithuanica*, 22, 53-64. DOI: 10.1515/botlit-2016-0005.
- Janmohammadi, M., Amanzadeh, T., Sabaghnia, N., Viorel Ion., 2016. Effect of nano-silicon foliar application on safflower growth under organic and inorganic fertilizer regimes. *Botanica Lithuanica*, 22 (1): 53-64.
- Janmohammadi, M., Sabaghnia, N., 2023. Strategies to alleviate the unusual effects of climate change on crop production: a thirsty and warm future, low crop quality. A review. *Biologija*, 69 (2): 121-133. DOI: 10.6001/biologija.2023.69.2.1.
- Jehad, A., Gerendás, J., Sattelmacher, B., 2008. Effects of nitrogen supply on growth, yield and yield components of safflower and sunflower. *Plant and Soil*, 306, 167-180.
- Johnston, A.M., Tanaka, D.L., Miller, P.R, Brandt, S.A., Nielsen, D.C., Lafond, G.P., Riveland, N.R., 2002. Oilseed crops for semi-arid cropping systems in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal*, 94, 231-240.

- Kadu, P.S., Ismail, S., 2008. Impact of organics and biofertilizers on yield, quality and uptake of major nutrients by safflower grown on vertisols. *Annals of Plant Physiology*, 22 (2): 214-216.
- Karimi, A.R., Behdani, M.A., Eslami, S.V., Fathi, M.H., 2017. Yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as affected by micronutrient application and vermicompost in two kerman and bardsir regions. *Journal of Agroecology*, 9 (2): 505-519.
- Katar, D., Arslan, Y., Subaşı, I., 2012. Effect of different doses of nitrogen on the yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under ecological condition of Ankara. *Ziraat Fakültesi Dergisi-Süleyman Demirel Üniversitesi*, 7 (2): 56-64.
- Katar, D., Arslan, Y., Subaşı, İ., Katar, N., Aydın, D., 2015. Kışlık ekilen farklı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin eskişehir ekolojik koşullarındaki performanslarının belirlenmesi. 11. Tarla Bitkileri Kongresi, Çanakkale.
- Katole, N.S., Meena, G.P., 1988. Effect of row spacing, nitrogen and irrigation on seed yield, oil content and water requirement of safflower. *Indian Journal of Agronomy Abstract*, 33 (3): 39.
- Kavera, K.A.H., Basavaraj Bıradar, B., 2023. Effect of organic sources and nutrient levels on the growth, yield and economics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Crop Research*, 58 (3 & 4): 163-169. DOI: 10.31830/2454-1761.2023.CR-911.
- Kaya, C., Ashraf, M., Dikilitas, M., Tuna, A.L., 2013. Alleviation of salt stress-induced adverse effects on maize plants by exogenous application of indoleacetic acid (IAA) and inorganic nutrients – A field trial. *Australian Journal of Crop Science*, 7 (2): 249-254.
- Kaya, F., Tunçtürk, R., 2018. Bitlis- Adilcevaz ekolojik koşullarında farklı ahır gübresi dozlarının aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin verim ve verim öğelerine etkisi. *Doğu Fen Bilimleri Dergisi*, 1 (1): 19-28.
- Kazemeini, S.A., 2007. Interaction effects of organic matter types, nitrogen, and weeds on dryland wheat growth and yield. PhD thesis, Shiraz University.
- Keshta, M.M., El-Kholy, M.H., 1999. Effect of inoculation with N₂-fixing bacteria, nitrogen fertilizer and organic manure on sunflower. *Proc. of the International symposium of biological nitrogen fixatio and crop production*, 11-13 May, Cairo, Egypt, 181-187.
- Khadem, S.A., Galavi, M., Ramrodi, M., Mousavi, S.R., Rousta, M.J., Rezvani-Moghadam, P., 2010. Effect of animal manure and süperabsorbent polymer on corn leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content under dry condition. *Australian Journal of Crop Science*, 4 (8): 642-647.
- Khalil, N.A.A., Dagash, Y.M., Yagoub, S.O., 2013. Effect of sowing date, irrigation intervals and fertilizers on safflower (*Carthamus tinctorius* L.) yield. *Discourse Journal of Agriculture and Food Sciences*, 1 (5): 97-102.
- Khan, F., Siddique, A.B., Shabala, S., Zhou, M., Zhao, C., 2023. Phosphorus plays key roles in regulating plants' physiological responses to abiotic stresses. *Plants*, 12. DOI: 10.3390/plants12152861.
- Kocabaş, I., Sönmez, İ., Kalkan, H., Kaplan, M., 2007. Farklı organik gübrelerin adaçayı (*Salvia Fruticosa* Mill.)'nın uçucu yağ oranı ve bitki besin maddeleri içeriğine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1):105-110.
- Koç, H., Gümüşçü, G., Üstün, A., Ülker, R., Güneş, A., Kaya, Y., Şahin, M., 2009. Konya şartlarında aspir ekim zamanının belirlenmesi. *Türkiye 8. Tarla Bitkileri Kongresi*, Hatay, 103-106.

- Kolanyane, M.O., 2022. The influence of nitrogen and phosphorus nutrition on growth and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Doctoral Dissertation, Botswana University of Agriculture & Natural Resources, Gaborone, Botswana.
- Kolsarıcı, Ö., Eda, G., 2002. Effects of different distances and various nitrogen doses on the yield components of a safflower variety. *Sesame and Safflower Newsletter*, 17, 108-111.
- Kong, Q., Yang, Y., Guo, L., Yuan, L., Ma, W., 2020. Molecular basis of plant oil biosynthesis: Insights gained from studying the WRINKLED1 transcription factor. *Frontiers in Plant Science*, 11, 24. DOI: 10.3389/fpls.2020.00024.
- Kumar, U.K., 2014. Integrated Nutrient Management For Irrigated and Rainfed Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Master of Science in Agriculture of the Acharya N. G. Ranga Agricultural University, Hyderabad.
- Koutroubas, S.D., Damalas, C.A., Fotiadis, S., 2021. Safflower assimilare mobilization, yield, and oil content in response to nitrogen availability, sowingtime, and genotype. *Field Crops Research*, 274.
- Koutroubas, S.D., Papakosta, D.K., Doitsinis, A., 2004. Cultivar and seasonal effects on the contributing of preanthesis assimilates to safflower yield. *Field Crops research*, 90, 263-274.
- Kranz, C.N., McLaughlin, R.A., Johnson, A., Miller, G., Heitman, J.L., 2020. The effects of compost in Corporation on soil physical properties in urban soils - Aconcise review. *Journal of Environmental Management*, 261.
- Kubsad, V., Hanumantharaya, L., Naik, V.R., Nekar, M., Knights, S., Potter, T., 2008. Integrated nutrient management in mungbean-safflower sequence cropping in vertisols under rainfed conditions. *Proceedings of 7th International Safflower Conference*, 3-6 November 2008, Wagga Wagga.
- Kumar, A., Pandita, V.K., 2016. Effect of integrated nutrient management on seed yield and quality in cowpea. *Legume Research*, 39 (3): 448-452.
- Kumar, M., Jadav, M.K., Trehan, S.P., 2008. Contributing of organic sources to potato nutrition at varying nitrogen levels. *Global Potato Conference*, 9–12 December, New Delhi, India.
- Kumar, S., Uppar, D., 2007. Influence of integrated nutrient management on seed yield and quality of mothbean (*Vigna aconitifolia* (Jacq.) Marchel). *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 20, 394.
- Kumar, U.K., Vani, K., Srinivas, A., SurendraBabu, P. 2016. Growth, yield and nutrient uptake of safflower as influenced by inm under irrigation and rainfed planting. *International Journal of Scientific Research*, 4.
- Kumlay, A.M., 2002. Organik patates yetiştiriciliği. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Organik Tarım Eğitim Programı. Lampkin.
- Kurt, C., Altaf, M.T., Liaqat, W., Nadeem, M.A., Çil, A.N., Baloch, F.S., 2025. Oil content and fatty acid composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) germplasm. *Foods*, 14, 264. DOI: 10.3390/foods14020264.
- Kurt, O., Çelik, N., Göre, M., Hacikamiloğlu, M.S., Özyılmaz, T., Şenel, A. A., 2017. Bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) hatlarının ham yağ oranları ve yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 206-210.
- Kwon, S., Torrie, J., 1964. Heritability and Interrelationship among Traits of Two Soybean Populations. *Crop Science*, 4, 196-198. DOI: 10.2135/cropsci1964.0011183X000400020023x.

- Lacko-Bartošová, M., Čuboň, J., Kováč, K., Kováčik, P., Macák, M., Moudrý, J., Sabo, P., 2005. Sustainable and ecological agriculture. 1 st ed. Slovak University of Agriculture in Nitra, Nitra, Slovak Republic.
- Landau, S., Molle, G., Foissb, N., Friedman, S., Barkai, D., Decandia, M., Cabiddu, A., Dvasha, L., Sitzia, M., 2005. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as a novel pasture species for dairy sheep in the Mediterranean conditions of Sardinia and Israel. *Small Ruminant Research*, 59, 239–249.
- Licata, M., Farruggia, D., Iacuzzi, N., Matteo, R., Tuttolomondo, T., Di Miceli, G., 2023. Effects of genotype and climate on productive performance of high oleic *Carthamus tinctorius* L. under rainfed conditions in a semi-arid environment of Sicily (Italy). *Plants*, 12 (9): 1733. DOI: 10.3390/plants12091733.
- Lickfett, T., Matthäus, B., Velasco, L., Möllers, C., 1999. Seed yield, oil and phytate concentration in the seeds of two oilseed rape cultivars as affected by different phosphorus supply. *European Journal of Agronomy*, 11 (3-4): 293-299.
- Litterick, A.L., Harrier, L., Wallace, P., Watson, C.A., Wood, M., 2004. The role of un-composted materials, composts, manures, and compost extracts in reducing pest and disease incidence and severity in sustainable temperate agricultural and horticultural crop production – a review. *Crit. Rev. Plant Sci*, 23, 453-479.
- Liu, X., Herbert, S.J., Jin, J., Zhang, Q., Wang, G., 2004. Responses of photosynthesis rates and yield/quality of main crops to irrigation and manure application in the black soil area of Northeast. *Plant and Soil*, 261, 55-60.
- Luo, K., Xie, C., Yuan, X., Liu, S., Chen, P., Du, Q., Zheng, B., Fu, Z., Wang, X., Yong, T., Yang, W., 2023. Biochar and biofertilizer reduced nitrogen input and increased soybean yield in the maize soybean relay strip intercropping system. *BMC Plant Biol*, 23, 38-47.
- Maftoun, M., Moshiri, F., Karimian, N., Ronaghi, A., 2004. Effects of two organic wastes in combination with phosphorus on growth and chemical composition of spinach and soil properties. *J Plant Nutr*, 27, 1651-1635.
- Maghsoudi, E., Yadavi, A., Balouchi, H., Dehnavi, M.M., Piri, R., Mastinu, A., 2024. Improving the physiological properties and yield of safflower by combining organic and chemical nitrogen in different irrigation cut-off conditions. *Industrial Crops and Products*. 222 (2): 119601.
- Mahmudabadi, M.R., Ronaghi, A.M., Khayyat, M., Amirabadi, Z., 2011. Effects of sheep manure on vegetative and reproductive growth and nutrient concentrations of soybean plants under leaching and non-leaching conditions. *J Plant Nutr*. 34, 1593-1601.
- Maitra, D.N., Sarkar, S.K., Saha, S., Tripathi, M.K., Majumkar, B., Saha, A.R., 2008. Effect of phosphorus and farmyard manure applied to sunnhemp (*Crotalaria juncea*) on yield and nutrient uptake of sunnhemp- wheat (*Triticum aestivum*) cropping system and fertility status in a typic ustocrept of uttar pradesh. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 78 (1), 70-74.
- Malleshappa, S.M., Hiremath, I., Ravikumar, R.I., 2003. Negative associations between important quantitative traits in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Sesame and Safflower Newsletter*, 18, 80-83.
- Malligawad, L.H., 2010. Effect of Organics on the productivity of groundnut and its residual effects on succeeding safflower under rainfed farming situations. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 128-131, Brisbane, Australia.
- Mandal, K., Sinha, A., 2004. Nutrient management effects on light interception, photosynthesis, growth, dry-matter production and yield of indian mustard (*Brassica juncea*). *Journal*

- of Agronomy and Crop Science, 190, 119-129. DOI:10.1046/j.1439-037X.2003.00083.x.
- Mantovi, P., Baldoni, G., Toderi, G., 2005. Reuse of liquid, dewatered, and composted sewage sludge on agricultural land: effects of long-term application on soil and crop. *Water Research*, 39, 289-296.
- Marschner, H., 2005. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd Edition, Academic Press, 231-277, London, Great Britain.
- Marschner, P., 2012. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants* (Third Edition). ScienceDirect, The University of Adelaide, Australia. Chapter 15 - Rhizosphere Biology. 369-388. DOI: 10.1016/B978-0-12-384905-2.00015-7.
- Meade, G., Lalor, S.T.J., McCabe, T., 2011. An evaluation of the combined usage of separated liquid pig manure and inorganic fertiliser in nutrient programmes for winter wheat production. *European Journal of Agronomy*, 34, 62-70.
- Mohamed, A.S., Shoeip, A.M.O., Abdelaziz, A.M.R.A., 2018. Is using Bio-fertilizers inoculum and Compost affect vegetative growth and fruiting of 'Manzanillo' Olive cv. under saline irrigation? *Bioscience Research*, 15(4): 4481-4494.
- Mohsen Edalat, M., Naderi, R., 2016. Effect of organic and mineral fertilizer on safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed yield and yield components. *Biological Forum – An International Journal*, 8 (2): 172-180.
- Mondal, M.M.A., Akter, M.B., Rahman, M.H., Puteh, A.B., 2016. Influence of micronutrients and manures on growth and yield of garlic in sandy loam soil. *International Journal of Plant & Soil Science*, 13,1-8.
- Muhammad, R.W., Ali, H.M.W., Hamza, A., Ahmad, M.Q., Qayyum, A., Malik, W., Noor, E., 2020. Estimation of different genetic parameters in various safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes under field condition. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 33 (4): 849-857.
- Mündel, H.H., 2001. Introduction to the international safflower conferences. In *Proceedings of the Vth International safflower conference*, Williston, North Dakota, Sidney, Montana, USA, July 23-27.
- Mündel, H.H., Blackshaw, R.E., Byers, J.R., Huang, H.C., Johnson, D.L., Keon, R., Kubik, J., McKeinze, R., Otto, B., Roth, B., Stanford, K., 2004. Safflower production on the canadian prairies. *Agriculture and Agri-Food Canada*. 43.
- Naderi, R., Bijanzadeh, E., 2014. Organic amendments and nitrogen effects on growth and chemical composition of two cultivars of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Australian Journal of Crop Science*, 8 (4): 577-581.
- Naderi, R., Ghadiri, H., 2011. Urban waste compost, manure and nitrogen fertilizer effects on the initial growth of corn (*Zea mays* L.). *Desert*, 15 (2): 159-165.
- Naghizade, M., Ramroodi, M., Galavi, M., Siahsar, B., Heydari, M., Maghsoodi, A.A., 2012. The effects of various phosphorus fertilizers on yield and yield components of maize and grass pea intercropping. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 43, 203–2015.
- Naik, R., Halepyati, A.S., Pujar, B.T., 2007. Effect of organic manures and fertilizer levels on growth, yield components and yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Karnataka Journal of Agricultural Science*, 20, 835-836.
- Naik, R., Halepyati A.S., Pujari B.T., 2010. Effect of organic manures and fertilizer levels on growth, yield components and yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 20 (4): 835–836.

- Nakhlawy, F.S., 1991, Response of safflower to different levels of nitrogen, phosphorus and potassium. *Acta Agronomica Hungarica*, 40, 87-92.
- Nalatwadmath, S.K., Rama Mohan Rao, M.S., Patil, S.L., Jayaram, N.S., Bhola, S.N., Arujun Prasad, A., 2003. Long term effects of integrated nutrient management on crop yields and soil fertility status in vertisols of Bellary. *Indian Journal of Agricultural Research*. 37 (1): 64-67.
- Nanda, S.S., Swain, K.C., Panda, S.C., Mohanty, A.K., Alim, M.A., 1995. Effect of nitrogen and biofertilizers in fodder rainfed upland conditions of Orisa. *Current Agricultural Reserch*, 8, 45-47.
- Narayana, L., Gurumurthy, K., Prakasha, H., 2009. Influence of integrated nutrient management on growth and yield of soyabean (*Glycine max* (L) *Merill*). *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 22, 435-437.
- Naseri, R., Mirzaei, A., 2010. Response of yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to seed inoculation with azotobacter and azospirillum and different nitrogen levels under dry land contentions. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental*, 9 (4): 445-449.
- Nathan, J.K.R., Lata, A.M., Joseph, B., Madhavi, A., 2017. Influence of nitrogen and sulphur on growth yield and Economics of Spinless Safflower under Irrigated Conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6 (7): 600-606. DOI: 10.20546/ijcmas.2017.607.073.
- Nogales, R., Cifuentes, C., Benitez, E., 2005. Vermicomposting of winery wastes: a laboratory study. *Journal of Environmental Science and Health Part B*, 40 (4): 659–673.
- Nola, P., Bracco, F., Assini, S., Arx, G.v., Castagneri, D., 2020. Xylem anatomy of *Robinia pseudoacacia* L. and *Quercus robur* L. is differently affected by climate in a temperate alluvial forest. *Annals of Forest Science*, 77 (8): 12–16. DOI: 10.1007/s13595-019-0906-z.
- Onyango, C.M., Harbinson, J., Imungi, J.K., Shibairo, S.S., Kooten, O., 2012. Influence of organic and mineral fertilization on germination, leaf nitrogen, nitrate accumulation and yield of vegetable amaranth. *Journal of Plant Nutrition*, 35, 342-365.
- Oruç, H., 2014. Seçilmiş bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) hatlarından Tokat şartlarında ümitvar çeşit adaylarının belirlenmesi. Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Oslen, R., 1978. Effects of intensive fertilizer use on the human environment. a summary review – *Soils Bulletin*, 16, 15–33.
- Özel, A., Demirbilek, T., Çopur, O., Gür, A., 2002. Harran ovası kuru ko sullarında farklı ekim zamanları ve sıra üzeri mesafelerinin aspir (*Carthamus tinctorius* L.)’in taç yaprak verimi ve bazı bitkisel özelliklerine etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (1-2): 29-38.
- Özer, İ., Bağcı, S.A., Uyanoz. R., 2014. Effects of organic fertilizer on yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L). *University of Montenegro Biotechnical Faculty*, 60 (4): 217.
- Öztürk, E., Özer, H., Polat. T., 2008. Growth and yield of safflower genotypes grown under irrigated and non-irrigated conditions in a highland environment. *Plant Soil Environ*, 54 (10): 453–460.

- Öztürk, Ö., 2003. Konya ekolojik şartlarında aspir (*Carthamus tinctorius* L.)’de azotlu gübre dozlarının verim ve verim unsurlarına etkileri. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, Diyarbakır, 235-240.
- Öztürk, Ö., Uyanöz, R., Karaca, Ü., Ada, R., 2009, Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)’de Azotlu Gübre Form ve Uygulama Zamanlarının Verim ve Verim Unsurlarına Etkileri. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, Hatay, 183-187.
- Pahlavani, M.H., 2005. Some technological morphological characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) from Iran. Asian Journal of Plant Sciences, 4 (3): 234-237.
- Patel, B.T., Patel, J.J., Patel, M.M., 2007. Responses of groundnut (*Arachis hypogea* L.) to FYM, sulphur and micronutrients and their residual effect on wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Soils and Crops, 17, 18-23.
- Patidar, M., Malı, A.L, 2004. Effect of farmyard manure, fertility levels and bio-fertilizers on growth, yield and quality of sorghum (*Sorghum bicolor*). Indian Journal of Agronomy, 49 (2): 117-120.
- Patil, S.L., Sheelavantar, M.N., 2006. Soil water conservation and yield of winter sorghum as influenced by tillage, organic materials and nitrogen fertilizer in semi-arid tropical India. Soil and Tillage Research, 89, 246-257.
- Patil, A.G., Halepyati, A.S., Chittapur, B.M., 2016. Influence of site-specific nutrient management on growth and yield of soybean in north-eastern transitional zone of Karnataka. The Bioscan, 11, 2651- 54.
- Paustian, K., Parton, W.J., Persson, J., 1992. Modelling soil organic matter in organic matter in organic amended and nitrogen fertilized long-term plots. Soil Science Society of America Journal, 56, 476– 484.
- Perez, D.V., Alcantara, S., Ribeiro, C.C., Pereira, R.E., Fontes, G.C., Wasserman, M.A., Venezuela, T.C., Meneguelli, N.A., de Macedo, J.R.C., Barradas, A.A., 2007. Composted municipal waste effects on chemical properties of a Brazilian soil. Bioresource Technology, 98, 525-533.
- Pierzynski, G.M., Gehl, K.A., 2005. Plant nutrient issues for sustainable land application. J Environ Qual, 34, 18–28.
- Polat, T., 2007. Farklı sıra aralıklarının ve azot seviyelerinin kuru şartlarda yetiştirilen aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisinin verim ve verim unsurları üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum.
- Prabhakar, J.R., Mauji, M.A., Khan, K., Usha, M., Zafar, S., Abdin, M.Z., 2011. Impact of organic manure and chemical fertilizers on artemisinin content and yield in *Artemisia annua* L. Indust Crops Product, 33, 296-301.
- Qaderi, M.M., Kurepin, L.V., Reid, D.M., 2006. Growth and physiological responses of canola (*Brassica napus*) to three components of global climate change: temperature, carbon dioxide and drought. Physiologia Plantarum, 128, 710–721.
- Rana, R., Badiyala, D., 2014. Effect of integrated nutrient management on seed yield, quality and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under mid-hill conditions of himachal pradesh. Indian Journal of Agronomy, 59, 641-45.
- Rasool, F.U., Hassan, B., Jahangir, I.A., 2013. Growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as influenced by nitrogen, sulphur and farmyard manure under temperate conditions. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental, 11, 81-89.

- Rastgou, B., Ebadi, A., Vafaie, A., Moghadam, S.H., 2013. The effects of nitrogen fertilizer on nutrient uptake, physiological traits and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *International Journal of Plant Production*, 4 (3): 355-364.
- Rasti, E., Saffari, M., Maghsoudi Moud, A., 2015. The effects of organic and chemical fertilizers on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under water stress conditions. *Irrigation Water Engineering Journal*, 5 (2): 69-80.
- Ravi, S., Channal, H.T., Hebsur, N.S., Patil, B.N., Dharmatti, P.R. 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 21, 382- 385.
- Reardon, M.E., Qaderi, M.M., 2017. Individual and interactive effects of temperature, carbon dioxide and abscisic acid on mung bean (*Vigna radiata*) plants. *Journal of Plant Interactions*, 12, 295–303.
- Reddy, G.S., Maruthi, V., Rekha, M.S. 2004. Assessing the method of application of farmyard manure on dryland crops. *Indian Journal of Agronomy*, 49, 104-107.
- Roussis, I., Kakabouki, I., Beslemes, D., Tigka, E., Kosma, C., Triantafyllidis, V., Mavroeidis, A., Zotos, A., Bilalis, D., 2022. Nitrogen uptake, use efficiency, and productivity of *Nigella sativa* L. In response to fertilization and plant density. *Sustainability*, 14.
- Rudrappa, L., Purakayastha, T.J., Sing, h.D., Bhadraray, S., 2006. Long-term manuring and fertilization effects on soil organic carbon pools in a Typic Haplustep of semi-arid sub-tropical India. *Soil and Tillage Research*, 88 (1): 180–192.
- Ryan, J., Sommer, R., Ibrikci, H., 2012. Fertilizer best management practices: A perspective from the dryland West Asia–North Africa region. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 198 (1): 57–67.
- Sabaghnia, N., janmohammadi, M., 2024. Effect of fertilizers and planting methods on safflower fatty acid profile. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 54.
- Sabbagh, L., Mahalleh, J.K., Roshdi, M., Hosseini, N., 2012. Effect of nitrogen consuming and deficit irrigation on yield and some characteristic of safflower in relay cropping in Northwest of Iran. *Adv Environ Biol*, 6 (2): 2674-2680.
- Sahebagouda, T.C., Basavaraja, P.K., 2019. Effect of varied levels of sulphur and sources of organics on growth, yield parameters and economics of soybean (*Glycine max* L.) in alfisols of karnataka. *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences*issn, 7, 141-148.
- Saini, H.S., Westgate, M.E., 2000. Reproductive development in grain crops during drought. *Advances in Agronomy*, 68, 59-96.
- Salisbury, F.B., Ross, C.W., 1992. *Plant Physiology*. 4th Edition Wadsworth Publishing Company, Belmont California.
- Salmasi, S.Z., Raei, Y., Rostami, P., 2025. NPK nutrient source influence on performance and profitability of intercropped safflower (*Carthamus tinctorius*) with fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). *International Journal of Agriculture & Biology*, 33.
- Samavat, S., Lakzian, A., Zamirpoor, A., 2001. Effect of vermicompost on tomato growth indices. *Agricultural Industrial Science Journal*, 5, 83- 88.
- Sannagoudar, M.S., Murthy, K.K., Ghosh, A., Singh, A.K., Gupta, G., Halli, H.M., Kumar, R.V., 2021. Comparative efficacy of leguminous intercrops and weed management practices on nutrient uptake, productivity and profitability of maize based intercropping system. *Legume Research*. DOI: 10.18805/LR-4743.

- Sarhadi Sardooiy, J., 1998. Effect of phosphorous and organic matter on corn growth and chemical compound in 3 kind of soil of Kahnooj. M. Sc. Thesis (soil science), Agricultural faculty Shiraz University.
- Satter, M.A.A., 1972. Study on urea-transformation in soil. M. Sc. Thesis, Dept. Soil Sci., Bangladesh Agric, Univ, Mymensingh, 77.
- Sayılır, C., 2015. Bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin İzmir-Menemen ekolojik koşullarında verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Seaman, A., 2011. Production guide for organic potatoes. New York State University Department of Agriculture and Markets Publication, 138 (2): 83.
- Sefaoğlu, F., 2017. Farklı ekim normları ve sıra arası mesafelerin aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisinin verim ve verim unsurları üzerine etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye.
- Sehgal, D., Raina, S.N., Devarumatha, R.M., Sasanuma, T., Sasakuma, T., 2009. Nuclear DNA assay in solving issues related to ancestry of the domesticated diploid safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and the polyploid (*Carthamus*) taxa, and phylogenetic and genomic relationships in the genus *Carthamus* L. (*Asteraceae*). Mol. Phylogenet, 53 (3): 631-644.
- Seyed Sharifi, R., 2016. Oil Seeds. Jahad Daneshgahi Ardabil press, 282.
- Shafi, M., Khan, S., Mohammad, N., 1992. Yield and yield components of wheat in relation to different phosphorus and radiation levels. Agricultural University, 8 (1): 1-5.
- Sharma, A., Kumar, A., Dharmaraj, P.S., Basavaraj, K., 2009. Response of safflower to organic manure, inorganic fertilizer and micronutrients. Karnataka Journal of Agricultural Science, 4, 883-886.
- Shaxson, F., Barber, R., 2003. Optimizing soil moisture for plant production. The significance of soil porosity. FAO Soils Bulletin, 79, 1–107.
- Shirale, S., Kide, D., Meshram, N., 2014. Long-term effect of organic manuring and inorganic fertilizers for enhancing yield and soil properties under soybean (*Glycine max* L.)-safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cropping sequence in Vertisol. Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 9, 130-136.
- Shirani, H., Hajabbasi, M.A., Afyuni, M., Hemmat, A., 2002. Effects of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran. Soil and Tillage Research, 68 (2): 101–108.
- Shokrani, F., Jalilian, J., Pirzad, A., Rezaei-Chiyaneh, E., 2024. Effect of phosphate solubilizing bacteria on rain-fed chickpea (*Cicer arietinum* L.)/dragon's head (*Lallemantia iberica*) intercropping. Plant Proc Funct, 12, 29–40.
- Singh, R., Rai, R., 2004. Yield attributes, yield and quality of soybean (*Glycine max* L.) as influenced by integrated nutrient management. Indian Journal of Agronomy, 49, 271-274.
- Singh, R.K., Singh, A.K., 2013. Effect of nitrogen, phosphorus and sulphur fertilization on productivity, nutrient-use efficiency and economics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under late-sown condition. Indian Journal of Agronomy, 58 (4): 583-587.
- Singh, R.V., Singh, M.P., 1989. Response of safflower to moisture regimes, plant population and phosphorus. Indian J. Agron. 34 (1): 88-91.

- Singh, S., Angadi, S.V., Grover, K., Begna, S., Auld, D., 2016. Drought response and yield formation of spring safflower under different water regimes in the semiarid Southern High Plains. *Agric Water Manag*, 163, 354-62.
- Singh, S.K., Reddy, V.R., Fleisher, D.H., Timlin, D.J., 2018. Phosphorus nutrition affects temperature response of soy bean growth and canopy photosynthesis. *Frontiers in Plant Science*, 9.
- Singh, T.B., Ali, A., Prasad, M., Yadav, A., Shrivastav, P., Goyal, D., Dantu, P.K., 2020. Role of organic fertilizers in improving soil fertility. *Contaminants in Agriculture*, 61-77.
- Singh, Y.P., Arora, S., Mishra, V.K., Singh, A.K., 2023. Rationalizing mineral gypsum use through microbially enriched municipal solid waste compost for amelioration and regaining productivity potential of degraded alkali soils. *Scientific Reports*, 13 (1): 11816.
- Sirel, Z., 2011. Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşit ve Hatların Tarımsal Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Slauenwhite, K.L.I., Qaderi, M.M., 2013. Single and Interactive Effects of Temperature and Light Quality on Four Canola Cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 199, 286-298.
- Sofy, S.O., Hama, S.J., Umin, B.O.H., 2020. Influence of phosphorus fertilizer on yield and oil of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties under rainfed condition. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18 (2): 3409-3418.
- Soleymani, A., Shahrajabian, M.H., 2011. Effect of planting dates and different levels of nitrogen on seed yield and yield components of safflower grown after harvesting of corn in Isfahan, Iran. *Research on Crops*, 12, 739-743.
- Somanagouda, G., Bandiwaddar, T.T., Patil, R.H. 2020. Site specific nutrient management for improved and sustained safflower yields under dryland ecosystem of Karnataka. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8, 582-84.
- Sreekanth, N., Singh, V., Tiwari, D., George, S.G., 2021. Effect of nitrogen and phosphorus levels on growth and yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *The Pharma Innovation Journal*, 10 (10): 2271-2273.
- Steer, B.T., Harrigan, E.K.S., 1986. Rates of nitrogen supply during different developmental stages affect yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Field Crops Res.*, 14, 221-231.
- Strasil, Z., Vorlicek, Z., 2002. The effect of nitrogen fertilization, sowing rates and site on yields and yield components of selected varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Rostlina Vyroba*, 48 (7): 307-311.
- Sudhakar, C., Rani, C.S., Knights, S., Potter, T., 2008. Effect of inclusion of biofertilizers as part of imm on yield and economics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Proceedings of 7th International Safflower Conference*, Wagga Wagga, 3-6 November, 1-5.
- Sudhakar, C., Rani, C.S., Reddy, K., Reddy, T.R., Peshpavalli, S., Rani, K.S., Padmavathi, P. 2020. Effect of organic manures and site-specific nutrient management practices (SSNM) in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Indian Society of Oilseeds Research*, 37, 44-49.
- Sultenfuss, J.H., Doyle, W.J., 1999., Functions of Phosphorus in Plants. *Better Crops*, 83 (1): 67.

- Suman, P., Lakshminarayana, D., Prasanth, P., Saida Naik, D., 2019. Effect of integrated nutrient management on yield parameters of coriander (*Coriandrum sativum* L.) cultivars under Telangana conditions. International Journal of Chemical Studies, 7 (1): 392-394.
- Şerefoğlu, A.H., 2009. Kahramanmaraş koşullarında farklı sıra üzeri mesafelerinde ekilen aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisinin verimliliği ve yağ asidi kompozisyonu Üzerine potasyum uygulamasının etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 62.
- Tagoe, S.O., Horiuchi, T., Matsui, T., 2008. Karbonize ve kurutulmuş tavuk gübrelerinin soya fasulyesinin büyümesi, verimi ve N içeriği üzerindeki etkileri. Bitki Toprak, 306, 211-220. DOI: 10.1007/s11104-008-9573-9.
- Taleshi, K., Shokohfar, A., Rafiee, M., Noormahamadi, G., Sakinejhad, T., 2012. Safflower yield respond to chemical and biotic fertilizer on water stress condition. World Applied Sciences Journal, 20, 1472-1477.
- Taleshi, K., Shokohfar, A., Rafiee, M., Noormahamadi, G., Sakinejhad, T., 2011. Effect of vermicompost and nitrogen levels on yield and yield component of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Under late season drought stress. Iran. International journal of Agronomy and Plant Production, 2 (1): 15-22.
- Tigre, W., Worku, W., Haile, W., 2014. Effects of nitrogen and phosphorus fertilizer levels on growth and development of barley (*Hordeum vulgare* L.) at Bore District. American Journal of Life Sciences, 2 (5): 260-266.
- Tomar, G.S., Khanjaji, S.N., 2009. Effect of organic manure and mineral fertilizer on the growth, yield and economics of soybean. International Journal of Agricultural Science, 5, 590-94.
- Tomar, S.S., 1995. Effect of soil hydrothermal regimes on the performance of safflower planted on different dates. Journal of Agronomy and Crop Science, 175, 141-152.
- Tripathi, M.L., Singh, H., Chouhan, S.V.S., 2013. Response of coriander (*Coriandrum sativum* L.) to integrated nutrient management. Technofame- A Journal of Multidisciplinary Advance Research, 2 (2): 43-46.
- Tunçtürk, M., Çiftçi, V., 2004. Relationships among traits using correlation and path coefficient analysis in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) sown different fertilization levels and row spacing. Asian Journal of Plant Sciences, 6 (3): 683- 686.
- Tunçtürk, M., Yıldırım, B., 2004, Effects of Different Forms and Doses of Nitrogen Fertilizers on Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences, 7 (8): 1385-1389.
- Uysal, N., Baydar, H., Erbaş, S., 2006. Isparta popülasyonundan geliştirilen aspir (*Carthamus tinctorius* L.) hatlarının tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1 (1): 52-63.
- Velasco, L., Perez-Vich, B., Fernandez- Martinez, J.M., 2005. Identification and genetic characterization of a safflower mutant with modified tocopherol profile. Plant Breed, 124 (5): 459-473.
- Waclawowicz, R., Parylak, D., Wojciechowski, W., 2006. Formation of selected properties of the soil in the third year after applying of organic fertilization. Frogmenta Agronomica, 28 (2): 206-215.

- Wang, X.J., Jia, Z.K., Liang, L.Y., Kang, S., 2013. Effect of manure management on the temporal variations of dryland soil moisture and water use efficiency of maize. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15 (6): 1293-1304.
- Waraich, E.A., Ahmad, R., Ashraf, M.Y., 2011. Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants. *Australian Journal of Crop Science*, 5(6), 764-777.
- Warman, P.R., Havard, K.A., 1998. Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown potatoes and sweet com. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 68, 207-216.
- Weiss, E.A. 2000. Oilseed crops. Cambridge University Press, United Kingdom, 37, 125-134.
- Weiss, E.A., 1983. Oilseed Crops. Tropical Agriculture Series. Longman, London and New York.
- White, C.L., Staines, V.E., . Staines, M. vH., 2007. A review of the nutritional value of lupins for dairy cows Available to Purchase. *Australian Journal of Agricultural Research*, 58 (3): 185-202. DOI: 10.1071/AR06109.
- Yaser, E., Ali, R., Mohammad, R., Ebrahim, A., 2012. Comparison of sole and combined nutrient application on yield and Biochemical composition of sunflower under water stress. *International Journal of Applied Science and Technology* 2(3).
- Yıldırım, B., Tunçtürk, M., Dede, Ö., Okut, N., 2005. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de farklı azot ve fosfor dozlarının verim ve kalite üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 15 (2): 113-116.
- Yıldırım, t.J., Knights, S.E., Potter, T.D., 2008: Inter-national safflower production – an overview. – *Agri-MC Marketing and Communication*, 1–7.
- Yıldız, N., Bircan, H., 1994. Arastırma Deneme Metodları II. Baskı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay., No: 697, Erzurum.
- Yılmaz, A., Yılmaz, H., Arslan, Y., Çiftçi, V., Baloch, F.S., 2021. Ülkemizde alternatif yağ bitkilerinin durumu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 22, 93-100.
- Yılmaz, A.H., Güllüoğlu, L., 1999. Kahramanmaraş koşullarında bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşit ve hatlarının verim ile ikimi tarımsal karakterlerinin belirlenmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (3- 4): 73-86.
- Yogesh, T.C., 2013. Effect Of In-Situ Green Manuring Of Legumes, NP Levels And Organic Manures On Growth, Yield And Quality Of Safflower. Ph.D. Thesis, Univ. Agric. Sci., Dharwad, Karnataka, India.
- Yolci, M.S., Tunçtürk, R., 2022. Biyogübre uygulamaları ve inorganik gübrelemenin aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisinin bazı agronomik özellikleri üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27 (3): 683-694. DOI: 10.53433/yyufbed.1134728.
- Zakaria, M. S., Mahmoud, H.M., Amal, H., E., 2006. Response of Yield, Yield Components, and Fiber Properties of Egyptian Cotton (*Gossypium barbadense* L.) to Nitrogen Fertilization and Foliar applied Potassium and Mepiquat Chloride. *The Journal of Cotton Science*, 10, 224–234 .
- Zaman, A., Das, P., 1990. Response of safflower to different moisture regimes and nitrogen levels in semi-arid tropics. *Journal of Oilseeds Research*, 7 (1): 26-32.
- Zaman, A., Sarkar, A., Sarkar, S., Devi W.P., 2011. Effect of organic and inorganic sources of nutrients on productivity, specific gravity and processing quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 81 (12): 1137–1142.

- Zanetti, F., Angelini, L.G., Berzuini, S., Foschi, L., Clemente, C., Ferioli, F., Vecchi, A., Rossi, A., Monti, A., Tavarini, S., 2022. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) a winter multi purpose oil seed crop for the Mediterranean region: Lesson learnt from on-farm trials. *Industrial Crops and Products*, 184.
- Zarghami, R., Zahravi. M., Aslanzadeh, A., Abbasali, M., 2011. Evaluation of autumn sown genotypes of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) for tolerance to drought stress. *Seed Plant Imp J*, 27 (3): 339-355. DOI: 10.22092/SPIJ.2017.111068.
- Zemour, K., Adda, A., Labdelli, A., Dellal, A., Cerny, M., Merah, O., 2021. Effects of genotype and climatic conditions on the oil content and its fatty acids composition of (*Carthamus tinctorius* L.). *seeds Agronomy*, 11 (10): 2048.
- Zhang, D., Song, H., Cheng, H., Hao, D., Wang, H., Kan, G., Jin, H., Yu, D., 2014. The acid phosphatase-encoding gene *gmacp1* contributes to soy bean tolerance to low-phosphorus stress. *PLOS Genetics*, 10 (1).
- Zilio, M., Pigoli, A., Rizzi, B., Herrera, A., Tambone, F., Geromel, G., Meers, E., Schoumans, O., Giordano, A., Adani, F., 2022. Using highly stabilized digestate and digestate-derived ammonium sulphate to replace synthetic fertilizers: The effects on soil, environment, and crop production. *Science of The Total Environment*, 815. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.152919.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler
Adı Soyadı: Goltay MOSBER
Doğum tarihi:
Doğum Yeri:
Uyruğu:
Adres:
Tel:
E-mail:
Eğitim
Lise: Pajoohesh
Lisans: Damghan Azad Üniversitesi, Tarla Bitkileri
Yüksek lisans: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü
Doktora: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü
Yabancı Dil Bilgisi
Tezden Üretilmiş Yayınlar