



**SULU ve KURU ŞARTLARDA YAPAY MERA KARIŞIMLARININ VERİM ve
KALİTE PERFORMANSLARI ile BAZI FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

GÜLSÜM KURT

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Canan ŞEN

2024

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



SULU ve KURU ŞARTLARDA YAPAY MERA KARIŞIMLARININ VERİM ve
KALİTE PERFORMANSLARI ile BAZI FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

GÜLSÜM KURT

ORCID: 0000-0003-1329-600X

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Danışman: Prof. Dr. Canan ŞEN

Ekim-2024

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

SULU ve KURU ŞARTLARDA YAPAY MERA KARIŞIMLARININ VERİM ve KALİTE PERFORMANSLARI ile BAZI FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Gülsüm KURT

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Canan ŞEN

Bu araştırma, sulu ve kuru şartlarda yapay mera tesisinde yonca, ak üçgül ve çok yıllık çim türlerinin tekli, ikili ve üçlü karışımlarının ot verimi ve kalite performansları yanında türlerin bazı fizyolojik özelliklerinin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Deneme, 2020-2022 yılları arasında dört tekrarlamalı olarak 48 adet parselde yürütülmüştür. Toplam yeşil ot veriminin sulu koşullarda 2061-2964 kg/da kuru koşullarda 1165-1641 kg/da arasında değiştiği tespit edilmiştir. Kuru ot verimlerinin ise sulu şartlarda 787,5-1270 kg/da kuru şartlarda 515-764 kg/da arasında değiştiği saptanmıştır. Kalite analizlerinde, en yüksek ham protein oranı değerinin kuru şartlarda yalın yonca ekilişi (%17,6) ve en düşük değerinin ise kuru şartlarda yalın İngiliz çimi (%8) ekilişinden elde edilmiştir. En yüksek NDF oranının her iki su konusunda da yalın İngiliz çimine (%54,2; %53,4) ait veri ortalamalarından tespit edilmiştir. Bitki örtüsü sıcaklığına ait en yüksek değeri 32,5 °C ile kuru şartlarda yalın ekilen ak üçgül ve ak üçgülün İngiliz çimi ile girdiği ikili karışımından (Aİ) elde edilmiştir. En fazla stoma iletkenliği, sulu şartlarda ak üçgül bitkisinin İngiliz çimi ile girdiği karışım ekimine ait (Aİ: 94,8 mmol m⁻²s⁻¹) ölçümde saptanmıştır. En fazla klorofil içeriğinin sulama yapılan parsellerde, yoncanın üçlü karışımı (59,3 SPAD), ikili karışımı (59,1 SPAD) ve yalın ekilişinde (Y: 56,8 SPAD) belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Mera karışımı, Ham protein oranı, Bitki fizyolojisi, Bitki örtüsü sıcaklığı, Stoma iletkenliği, Klorofil içeriği.

ABSTRACT

YIELD AND QUALITY PERFORMANCES AND SOME PHYSIOLOGICAL PROPERTIES OF ARTIFICIAL PASTURE MIXTURE IN IRRIGATED AND DRY CONDITIONS

Gülsüm KURT

Department of Field Crops

PhD Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Canan ŞEN

This research aimed to investigate the yield and quality performance of alfalfa, white clover, and perennial grass species in single, double, and triple mixtures in artificial pasture establishment under both irrigated and dry conditions, along with some physiological characteristics of the species. The experiment was conducted between 2020 and 2022 across 48 plots with four replications. It was determined that total green grass yield varied between 2061-2964 kg/da in irrigated conditions and 1165-1641 kg/da in dry conditions. It was determined that dry grass yield varied between 787.5-1270 kg/da in irrigated conditions and 515-764 kg/da in dry conditions. In quality analyses, the highest crude protein ratio value was obtained from the planting of pure alfalfa in dry conditions (17.6%) and the lowest value was obtained from the planting of pure perennial grass in dry conditions (8%). The highest NDF ratio was determined from the data averages of pure perennial grass in both water conditions (54.2%; 53.4%). The highest vegetation temperature value of 32.5 °C was obtained from the pure planting of white clover and from the binary mixture (AI) of white clover with perennial grass in dry conditions. The highest stomatal conductance was determined in the measurement of the mixture planting of white clover with perennial grass (AI: 94.8 mmol m⁻²s⁻¹) under irrigated conditions. The highest chlorophyll content was determined in the triple mixture (59.3 SPAD), binary mixture (59.1 SPAD) and single planting (56.8 SPAD) of alfalfa under irrigated conditions.

Keywords: Pasture mixture, Crude protein content, Plant physiology, Canopy temperature, Stomatal conductance, Chlorophyll content

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
TEŞEKKÜR.....	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Literatür Özeti	3
1.1.1. Ot Verimleri, Bitki Boyu ve Kalite Analizleri Üzerine Yapılmış Araştırmalar.....	3
1.1.2. Fizyolojik Parametreler Üzerine Yapılmış Araştırmalar	12
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	22
2. MATERYAL ve YÖNTEM.....	22
2.1. Materyal	23
2.1.1. Araştırma Yerinin Coğrafi Konumu.....	23
2.1.2. Araştırma Yerinin Tarımsal Yapısı	23
2.1.3. Araştırma Yerinin İklim Verileri.....	23
2.1.4. Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri	24
2.1.5. Araştırma Yerinin Su Kaynağı	25
2.1.6. Araştırmada Kullanılan Çeşitler ve Bitkisel Özellikleri.....	26
2.2. Yöntem.....	27
2.2.1. Araştırma Deneme Deseni ve Konusu	27
2.2.2. Ekim Öncesi Yapılan Faaliyetler	28
2.2.2.1. Toprak İşleme.....	28
2.2.2.2. Gübreleme.....	29
2.2.2.3. Parselizasyon	29
2.2.2.4. Tohum Hazırlığı	29
2.2.3. Ekim İşlemleri	29
2.2.4. Bakım İşlemleri	30
2.2.5. Bitki Gözlemleri ve Ölçümleri	30
2.2.5.1. Ot Verimleri.....	30
2.2.5.2. Ot Katı Yüksekliği.....	31

2.2.5.3. Kalite Analizleri	32
2.2.5.4. Fizyolojik Ölçümler.....	33
2.2.6. Verilerin Değerlendirilmesi.....	38
3. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	39
3.1. Ot Verimleri	39
3.1.1. Yeşil Ot Verimleri (kg/da)	39
3.1.2. Kuru Ot Verimleri (kg/da).....	43
3.2. Ot Katı Yüksekliği (cm).....	47
3.3. Kalite Analizleri	49
3.3.1. Kuru Madde İçeriği (%)	49
3.3.2. Ham Kül Oranı (%).....	52
3.3.3. ADF Değerleri (%).....	54
3.3.4. ADL Değerleri (%)	57
3.3.5. NDF Değerleri (%).....	59
3.3.6. NYD Değerleri	62
3.3.7. Ham Protein Oranı (%)	65
3.4. Fizyolojik Ölçümler	68
3.4.1. Bitki Örtüsü Sıcaklığı (°C).....	69
3.4.2. Stoma İletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹).....	75
3.4.3. Klorofil İçeriği (%)	82
3.4.4. Bağlı Su İçeriği (%)	89
3.4.5. Stoma Yoğunluğu (adet/mm ²)	97
3.4.6. Stoma Eni (µm).....	103
3.4.7. Stoma Boyu (µm).....	109
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	114
KAYNAKLAR.....	116
ÖZGEÇMİŞ	135

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Araştırma yerinin 2021-2022 yıllarına ait iklim verileri	24
Çizelge 2.2. Araştırma alanının topraklarına ait analiz sonuçları.....	25
Çizelge 2.3. Yalın, ikili ve üçlü karışım şekillerinde atılan tohum miktarları	29
Çizelge 3.1. İki yıl birleştirilmiş toplam yeşil ot verim değerlerine ait varyans analizi sonuçları	39
Çizelge 3.2. İki yıl birleştirilmiş toplam yeşil ot verim değerleri (kg/da) ve önemlilik grupları	39
Çizelge 3.3. İki yıl birleştirilmiş toplam kuru ot verim değerlerine ait varyans analizi sonuçları	44
Çizelge 3.4. İki yıl birleştirilmiş toplam kuru ot verim değerleri (kg/da) ve önemlilik grupları	44
Çizelge 3.5. Birleştirilmiş yıllar ot katı yüksekliğine ait varyans analizi sonuçları	47
Çizelge 3.6. Birleştirilmiş yıllar ot katı yüksekliğine ait değerler (cm) ve önemlilik grupları	47
Çizelge 3.7. Birleştirilmiş yıllar kuru madde içeriğine (%) ait varyans analizi sonuçları.....	50
Çizelge 3.8. Birleştirilmiş yıllar kuru madde içeriğine ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları	50
Çizelge 3.9. Birleştirilmiş yıllar ham kül oranı (%) ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları.	52
Çizelge 3.10. Birleştirilmiş yıllar ham kül oranına ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları	53
Çizelge 3.11. Birleştirilmiş yıllar ADF oranı (%) ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları	55
Çizelge 3.12. Birleştirilmiş yıllar ADF oranına (%) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları	55
Çizelge 3.13. Birleştirilmiş yıllar ADL oranı (%) ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları	57
Çizelge 3.14. Birleştirilmiş yıllar ADL oranına (%) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları	58
Çizelge 3.15. Birleştirilmiş yıllar NDF oranı (%) ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları	59
Çizelge 3.16. Birleştirilmiş yıllar NDF oranına (%) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları	60

Çizelge 3.17. Birleştirilmiş yıllar nispi yem değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları	63
Çizelge 3.18. Birleştirilmiş yıllar nispi yem değerine ait ortalama değerler ve önemlilik grupları.....	63
Çizelge 3.19. Birleştirilmiş yıllar ham protein oranı (%) ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları	65
Çizelge 3.20. Birleştirilmiş yıllar ham protein oranına (%) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları	66
Çizelge 3.21. Birleştirilmiş yıllar bitki örtüsü sıcaklığı verilerine ait varyans analizi sonuçları	69
Çizelge 3.22. Birleştirilmiş yıllar bitki örtüsü sıcaklığına ($^{\circ}\text{C}$) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları	70
Çizelge 3.23. Bitki örtüsü sıcaklığı ortalamalarının 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi sonuçları.....	72
Çizelge 3.24. 2021 ve 2022 yılları bitki örtüsü sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) verileri ve önemlilik grupları...	73
Çizelge 3.25. Birleştirilmiş yıllar stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) verilerine ait varyans analizi sonuçları	75
Çizelge 3.26. Birleştirilmiş yıllar stoma iletkenliğine ait ortalama değerler ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) ve önemlilik grupları	76
Çizelge 3.27. Stoma iletkenliği ortalamalarının 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi sonuçları	79
Çizelge 3.28. 2021 ve 2022 yılları stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) verileri ve önemlilik grupları	80
Çizelge 3.29. Birleştirilmiş yıllar klorofil içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	82
Çizelge 3.30. Birleştirilmiş yıllar klorofil içeriğine ilişkin ortalama değerler (SPAD) ve önemlilik grupları	83
Çizelge 3.31. Klorofil içeriği ortalamalarının 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi sonuçları.....	85
Çizelge 3.32. 2021 ve 2022 yılları klorofil içeriği (SPAD) verileri ve önemlilik grupları.....	86
Çizelge 3.33. Birleştirilmiş yıllar bağıl su içeriği (%) verilerine ait varyans analizi sonuçları	90
Çizelge 3.34. Birleştirilmiş yıllar bağıl su içeriğine ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları	89
Çizelge 3.35. Bağıl su içeriği ortalamalarının 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi	

sonuçları	92
Çizelge 3.36. 2021 ve 2022 yılları bağıl su içeriği (%) verileri ve önemlilik grupları.....	93
Çizelge 3.37. Birleştirilmiş yıllar stoma yoğunluğu (adet/mm ²) verilerine ait varyans analizi sonuçları.....	96
Çizelge 3.38. Birleştirilmiş yıllar stoma yoğunluğuna (adet/mm ²) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları	97
Çizelge 3.39. 2021 ve 2022 yılları stoma yoğunluğuna ait varyans analizi sonuçları.....	99
Çizelge 3.40. 2021 ve 2022 yılları stoma yoğunluğu (adet/mm ²) verileri ve önemlilik grupları	100
Çizelge 3.41. Birleştirilmiş yıllar stoma eni (µm) verilerine ait varyans analizi sonuçları	102
Çizelge 3.42. Birleştirilmiş yıllar stoma enine (µm) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları	103
Çizelge 3.43. 2021 ve 2022 yılları stoma enine (µm) ait varyans analizi sonuçları.....	105
Çizelge 3.44. 2021 ve 2022 yılları stoma eni (µm) verileri ve önemlilik grupları.....	106
Çizelge 3.45. Birleştirilmiş yıllar stoma boyu (µm) verilerine ait varyans analiz sonuçları...	108
Çizelge 3.46. Birleştirilmiş yıllar stoma boyuna (µm) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları	109
Çizelge 3.47. 2021 ve 2022 yılları stoma boyuna (µm) ait varyans analizi sonuçları.....	111
Çizelge 3.48. 2021 ve 2022 yılları stoma boyu (µm) verileri ve önemlilik grupları.....	112

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Araştırma alanının google street view arabası ile çekilen görüntüsü.....	23
Şekil 2.2. Araştırma alanının ekran görüntüsü (https://app.onesoil.ai/)	23
Şekil 2.3. Sulama tankeri ve monte edilmiş su sayacı görüntüsü.....	26
Şekil 2.4. Tohum ekimine ait görüntüler	30
Şekil 2.5. Deneme alanının görüntüsü.....	30
Şekil 2.6. Yeşil ot hasadı görüntüsü	31
Şekil 2.7. Ot katı yüksekliği (cm) ölçümü.....	31
Şekil 2.8 Yem kalite analizlerine ait laboratuvar ortamı görüntüleri	33
Şekil 2.9. Bitki örtüsü sıcaklığı ölçümüne ait görüntü	34
Şekil 2.10. Stoma iletkenliği ölçümüne ait bir görüntü.....	34
Şekil 2.11. Klorofil içeriği ölçümü.....	35
Şekil 2.12. Bağlı su içeriği analizine ait görüntü.....	36
Şekil 2.13. Stoma ölçümlerine ait görüntü	37
Şekil 2.14. İngiliz çimine stomaların ekran görüntüsü.....	37
Şekil 2.15. Yoncaya ait stomaların ekran görüntüsü	38
Şekil 2.16. Ak üçgüle ait stomaların ekran görüntüsü.....	38
Şekil 3.1. 2021 ve 2022 yılları toplam yeşil ot verimleri ve yıl ortalamaları (kg/da)	42
Şekil 3.2. 2021 ve 2022 yılları toplam kuru ot verimleri ve yıl ortalamaları (kg/da).....	45

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
μ	Mikron
Ca	Kalsiyum
CO ₂	Karbondioksit
Cu	Bakır
Fe	Demir
K ₂ O	Potasyum Oksit
kg/da	kilogram/dekar
m ²	metrekare
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
pH	Hidrojenin gücü
ppm	Milyonda bir birim
P ₂ O ₅	Fosfor Pentoksit
Zn	Çinko

KISALTMALAR DİZİNİ

ADF	Acid detergent fibre-Asit deterjan çözeltisinde çözünmeyen lif miktarı
ADL	Asit deterjan çözeltisinde çözünmeyen lignin miktarı
BBHB	Büyükbaş hayvan birimi
BÖS	Bitki örtüsü sıcaklığı
BSİ	Bağıl su içeriği
RWC	Bağıl su içeriği (relative water content)
Da	Dekar
EC	Electrical Conductivity-Elektiriksel iletkenlik
G	Gram
ha	hektar
KA	Kuru ağırlık
Kg	Kilogram
KM	Kuru madde
KŞ	Karışım şekli
LSD	Least significant difference- Asgari önemli fark
M	Metre
Mm	Milimetre
Mmol	Milimol
ppm	Milyonda bir birim
NDF	Nötr deterjan fibre- nötr çözeltisinde çözünmeyen lif miktarı
NYD	Nispi yem değeri
Ort.	Ortalama
S	Saniye
SKM	Sindirilebilir kuru madde miktarı
SPAD	Soil-Plant Analysis Development
TA	Turgor ağırlığı
Tek.	Tekerrür
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
Vb	Ve benzeri
VK	Varyasyon katsayısı
YA	Yaş ağırlık

TEŞEKKÜR

Doktora Tez çalışması olarak araştırmamın planlanmasında, yürütülmesinde ve sonuçlanmasında desteğini esirgemeyen hocam Prof. Dr. Canan ŞEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Tez çalışma planının sunulmasında, tez savunma aşamasına kadar katkılarıyla bu çalışmanın sonuçlanmasında emeği geçen hocalarım Prof. Dr. Fisun KOÇ ve Doç. Dr. Alpay BALKAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kalite analizlerinin yürütüldüğü aşamasında destek ve yardımlarının esirgemeyen Doç. Dr. Levent ÇOŞKUNTUNA ve Araş. Gör. Kadir ERTEN'e emeklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda bana desteğini hiç esirgemeyen ve her aşamasında yanımda olan eşim Hakkı Türker KURT, oğullarım Onur KURT ve Salim Mert KURT ve babam Şaip YAŞAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatımın her devresinde bana desteğini esirgemeyen ve Doktora unvanımı almamda en büyük katkısı olduğunu inandığım canım annem merhum Feriha YAŞAR'a ithaf ediyorum.

Gülsüm KURT

Ziraat Yüksek Mühendisi

1. GİRİŞ

Artan nüfusa paralel olarak gıdaya olan ihtiyaç da gittikçe ön plana çıkmaktadır. İnsanların kaliteli beslenerek bağışıklıklarını yüksek tutması vücut sağlıkları için mutlak gereklidir. 2019 yılı sonunda ciddi bir tehlike olduğu anlaşılan ve 2020 yılı başlarında ülkemizi de etkileyen Koronavirüs (Covid-19) salgını tüm insanlığı önemli bir şekilde etkisi altına almıştır. Hastalıklara dirençli bireyler olabilmenin yolu sağlıklı ve kaliteli beslenmeden geçtiği tüm dünyaca bilinmektedir. Kaliteli beslenme gereksinimi de kaliteli hayvansal ve bitkisel gıda tüketiminin gerekliliğini doğurmaktadır. Hayvansal gıdaların kalitesi de kaliteli kaba yem üretimiyle sağlanmaktadır. Kaliteli kaba yem üretimimiz ise doğal çayır meralar ve tarla arazileri içerisinde yetiştirilen tek veya çok yıllık yem bitkilerinin yalın ve/veya karışım halinde yetiştiriciliği ile mümkün olabilmektedir.

Ülkemizde 16.583.005 büyükbaş hayvan ve 52.363.410 küçükbaş hayvan (TÜİK, 2023) varlığımız bulunmaktadır. Bu değer yaklaşık olarak 17,8 milyon baş hayvan birimine (HB) eşdeğer olup bunların yaşama payı gereksinimlerini karşılamak için yılda ortalama 80,3 milyon ton (kuru ot) kaliteli kaba yem ihtiyacı bulunmaktadır. Kaba yem kaynakları çayır – mera alanları, tarla tarımı içinde yapılan yem bitkileri ekilişleri ile sap, saman ve bitki artıklarından karşılanmaktadır. Ülkemizde yaklaşık 20,2 milyon ha işlenen tarım alanımız içerisinde yem bitkileri 2,7 milyon ha alanla %14'lük bir paya sahiptir (TÜİK, 2023). Çayır mera alanlarımız 14,6 milyon ha (TÜİK, 2001) alanla, Türkiye'nin arazi varlığının yaklaşık %10'dur. Bu veriler neticesinde kuru ot olarak, çayır-mera alanlarından yaklaşık 10,7 milyon ton ve tarla ziraatı içinde yetiştirilen yem bitkileri ekilişinden yaklaşık 14,5 milyon ton kaliteli kaba yem üretimi bulunmaktadır. Kalitesiz kaba yem kaynaklarımız (bitki artıkları, sap, saman vb.) yaklaşık 20 milyon ton kuru ottur. Toplam kaba yem kaynağımız ise yaklaşık 45,2 milyon ton/yıl ve mevcut üretimimizin kaba yem ihtiyacını karşılama oranı %56,2 civarında olup, %43,8 kaba yem açığımız mevcuttur.

Çalışmamızın yürütüldüğü Tekirdağ ilinde, tarımsal faaliyet yapılan alan 415.367 ha olup, 13.215 ha alanda yem bitkileri ekilişi yapılmaktadır. Tarımsal faaliyet içinde yem bitkilerinin ekiliş oranı yaklaşık %3,3 civarındadır (TÜİK, 2023). 2023 yılı itibarıyla hayvan varlığı incelendiğinde, yaklaşık 160 bin büyükbaş, 340 bin küçükbaş ve bin adet tek tırnaklı olmak üzere 500.603 baş hayvan varlığı olduğu görülmektedir (TÜİK, 2023). Hayvan varlığı 162.799 hayvan birimine karşılık gelmekte olup, bunların yaşama payı gereksinimlerini karşılamak için yıl da ortalama 742 bin ton kuru ot olarak kaba yem ihtiyacı bulunmaktadır.

Tekirdağ ilinde 33 bin ha mera alanı (Anonim, 2022) ve 13,2 bin ha yem bitkileri ekilişi alanlarından elde edilen kaliteli kaba yem varlığımız ile sap, saman vb. bitki artıklarından elde edilen kalitesiz kaba yem kaynaklarımızdan yaklaşık 300 bin ton kuru ot kaba yem varlığımız bulunmaktadır. Mevcut üretimin kaba yem ihtiyacını karşılama oranı %40 civarındadır.

Artan hayvan sayımıza rağmen meraların ağır otlatmadan dolayı gittikçe verimliliğini kaybetmesi, tarla tarımı içinde yer alan yem bitkileri ekilişlerinin yeterli olmamasından dolayı hem ülkesel hem de il bazında verilere bakıldığında kaba yem açığı göz ardı edilemeyecek oranda fazla olduğu düşünülmektedir. Meralarımızın verimliliğini artırmak ve buralardan otlayan hayvanların daha kaliteli yem tüketmesini sağlamak için bölgeye ve meraya uygun ıslah yöntemlerine ihtiyaç olduğu bilinmektedir. Hangi ıslah yöntemi uygulanırsa uygulansın ulaşılmak istenen asıl amaç, tür bileşiminde istenen değişiklik meydana getirip meraların üretim gücünü yükseltmek ve bunun yanında ot kalitesini de iyileştirmektir. Bu maksadın yerine getirilmesi için meraların belirlenen uygun süre otlatılmayarak doğal tohumlamaya bırakılması veya üsten tohumlama yapılarak yem değeri yüksek olarak kabul edilen türlerin bitki örtüsündeki oranlarının artırılması ile mümkündür. Meralarda otlatma baskısının azaltmanın bir yolu da bölgenin tarla tarımı içindeki tek veya çok yıllık mera karışımlarının ekilişlerinin arttırılmasıdır. Bu yüzden yem bitkileri türlerin yalın veya karışım ekilişlerinin hem mera alanlarında hem de tarla tarımı içinde kullanılması için verim ve kalite performanslarının bilinmesi önemlidir.

Doğal veya yapay mera alanlarını oluşturan yem bitkileri, küresel ısınma ile mücadele konusunda, sera gazı emisyonlarını azaltıcı “Yutak Alanlar” konumunda olmasından dolayı da ayrıca bir önem arz etmektedir. Özellikle çok yıllık yem bitkileri, toprak yüzeyini devamlı kapladıklarından dolayı toprak ve rüzgâr erozyonlarının sebep olduğu toprak kayıplarını azaltmakta, toprağın organik madde miktarını artırmakta ve yağış periyodunda toprakta var olan bitki örtüsünden dolayı su hasadı sağlamaktadır.

İklim değişikliği sonucu ortaya çıkan küresel ısınma dünyanın en önemli sorunu haline gelmiştir. Yeryüzünde yetiştirilen bitkiler sürekli olarak abiyotik ve biyotik stres koşullarına maruz kalmaktadırlar. Abiyotik stresler arasında yer alan kuraklık stresi, bitki büyümesini ve verimliliğini etkileyen en olumsuz faktörlerden olup, değişen iklim şartlarında sürdürülebilir bitkisel üretim için ciddi bir tehdit olduğu düşünülmektedir. Kuraklığa karşı bitkilerin vereceği morfolojik ve fizyolojik tepkileri anlamak, suyun sınırlı olduğu koşullarda bitki direnç mekanizmalarının bütünsel olarak algılanmasında önemlidir.

Yapılan literatür araştırmasında, bu çalışmada kullanılan bitki türleri ve bunların karışım kombinasyonlarına yönelik kuraklık stres koşullarında verdikleri fizyolojik tepkimelere yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanılmaması çalışmanın özgünlüğünü ortaya koymuştur. Araştırmanın gerek kaba yem açığının kapatılmasında gerekse küresel ısınma kaynaklı etmenlerin belirlenmesinde yardımcı bir kaynak olması da hedeflenmiştir.

1.1 Literatür Özeti

1.1.1. Ot Verimleri, Bitki Boyu ve Kalite Analizleri Üzerine Yapılmış Araştırmalar

Smith (1970), Vough ve Marten (1971) büyüme mevsimi boyunca tarla şartlarında yetiştirilen yoncanın, sıcaklık artarken boylarının kısaldığını ve erken çiçek açtığını, muhtemelen rutubet noksanlığı ve yüksek sıcaklığın hücreleri daha çabuk oluşturabileceğini beyan etmişlerdir.

Ak üçgül (*Trifolium repens* L.), ham protein içeriğinin yüksek olması nedeniyle diğer ekilen mera türlerine (Ulyatt, Lancashire ve Jones, 1977) kıyasla daha yüksek besleyici değeri nedeniyle meraya dayalı hayvansal üretim sistemlerinde ayrılmaz bir rol oynayabilir.

Manga (1978), yonca ve korunga bitkilerinde olgunluğun ilerlemesi ile ham protein, kül gibi maddelerin azalması, ham selüloz, ham yağ ve nitrogensiz öz maddelerin artması nedenini birinci derecede yaprak gövde oranının daralması sonucu olduğunu belirtmiştir.

Bakır (1985), yapay mera oluşturulurken en önemli konunun karışıma alınacak bitki türleri olduğunu ve bu bitki türlerinin bölgenin ekolojik koşullarına uygun olması başarının en önemli ölçütü olduğunu belirtmiştir.

Buxton, Hornstein, Wedin ve Marten (1985) bitkilerin olgunluk aşamalarında yemin besleyici değerinin farklılık sergilediğini, daha uzun süreli hasat sıklıklarında daha yüksek ot kütlesi olacağını, tesis olgunluğunda ilerleme olacağından besleyici değerinin azaldığını, ilerleyen olgunluk yaprakların kaybına ve sapların kalınlaşmasına, protein içeriğinin ve sindirilebilirliğin azalmasına neden olacağını belirtmişlerdir.

Van Soest (1985), bitki hücre duvarın oluşturan selülozun geniş getiren (ruminant) hayvanların rumen (işkembe) faaliyeti için gerekli olduğunu, selülozunda yem bitkilerinden temin edildiğini ifade etmiştir. Ayrıca, hayvanlardaki rumen (işkembe) faaliyetlerinin ölçülü seviyede tutulması ve özellikle süt sığırcılığında maksimum süt veriminin elde edilmesi

maksadıyla besi rasyonunda da nötral çözücülerde çözünmeyen lif (NDF) oranının %36 civarında olması gerektiğini ifade etmiştir.

Shenk ve Barnes (1985), tüm bitki dokularında özellikle yapraklarda daha fazla bulunan azotun yaklaşık %80'inin protein yapısında, geriye kalan %20'lik kısmının da protein yapısında olmayan azot şeklinde olduğunu açıklamışlardır. Ayrıca, bitki bünyesindeki total azotun Kjeldahl metoduyla belirlendiğini ve azotun 6.25 katsayısıyla çarpılarak bitki numunesindeki ham protein oranının belirlendiğini ifade etmişlerdir.

Akman (1985), bitkinin örtü dokusunda yer alan epidermis hücrelerinin farklılaşarak stomaları (bitki gözenekleri) oluşturduklarını ve stomaların canlı yapıdaki mikroskobik gözenekler olduğunu, stomaların açılıp kapanmasıyla bitkilerin nefes aldığını, fotosentez ve terleme olaylarında önemli rol oynadığını ifade etmiştir.

Altın (1987) sulu şartlarda yürüttüğü bir araştırmada yüksek otlak ayrığı, domuz ayrığı, kılçıksız brom, çayır üçgülü ve yoncadan oluşturduğu ikili ve üçlü karışımların yalın ekimden %27 daha fazla kuru ot elde edildiğini saptamışlardır.

Grieu, Guehl ve Aussenac (1988), ak üçgülün ekonomik öneme sahip olan kalıcı meraların önemli bir bileşenini temsil ettiğini, kurak dönemlerden muzdarip olabildiklerini ve kuraklığa tepkilerinde yer alan fizyolojik mekanizmaları anlamının önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Keuren ve Matches'e (1988) göre yonca, farklı toprak tiplerinin yanında farklı iklim bölgelerine de esnek bir uyum sergileyen önemli bir baklagil yem bitkisidir.

Haris ve Rhodes (1989), ak üçgül ve çok yıllık çimin yalın ve karışım halindeki ekimlerinde farklı değerler elde ettiklerini ifade etmişlerdir. Buna istinaden Yeni Zelenda'da akçül ve çok yıllık çimin saf ekildiklerinde 1932 ve 1452 kg/da karışım ekimlerinde 2025 kg/da kuru madde verimi, İngiltere'de ise bu değerler yalın ekimde 789 ve 798 kg/da, karışım ekimde ise 859 kg/da kuru madde verimi elde etmişlerdir.

Ak üçgül, dünyanın ılıman bölgelerindeki en önemli mera baklagili olup ve genellikle İngiliz çimi ile birlikte yetiştirilmektedir (Caradus, Brock ve Hay, 1989).

Caradus ve Brock (1989), tarla tarımı koşulları altında, ak üçgül seleksiyonlarının ilk yıldaki göreceli performansının genellikle sonraki yıllarda düştüğünü ve başlangıçtaki

performanslarını yansıtmayabileceğini bulmuşlardır.

Açıkgöz (1991), yoncanın birçok ülkede mera bitkisi olarak kullanıldığını, yalnız geviş getiren hayvanlarda şişme yapması sebebiyle, otlatma amacıyla kurulan yapay mera tesislerinde buğdaygil yem bitkileri ile karışım halinde yetiştirilmesinin hayvan sağlığı açısından uygun olacağını belirtmiştir.

Van Soest, Robertson ve Lewis (1991), lifin birçok otçul hayvan türü için gerekli bir besin maddesi olarak kabul edilmeye başlandığını ve geviş getiren hayvanlarda normal işkembe fonksiyonu için gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Wilkins (1991), çok yıllık çiminin (*Lolium perenne* L) yüksek sindirilebilirliği ve iyi otlatma toleransı nedeniyle ılıman iklimlerde en önemli ot türü olarak kabul edildiğini ifade etmiştir.

Gilbert, Smith ve Pemberton (1992), çok yıllık çayır üçgülü ve ak üçgül çeşitleri ile iki yıl boyunca Teksas'ta sürdürdükleri bölgeye uyum çalışmasında, çayır üçgülünün ak üçgül bitkisine göre daha yüksek miktarda kuru madde ürettiklerini, fakat her iki türünde yaz sezonunu canlı olarak tamamlayamadıklarını tespit etmişlerdir. İlk iki biçim sonucunda ölçülen kuru madde değerlerinin ikinci yıl üç biçim sonucunda tespit edilen kuru madde değerlerinden daha düşük olarak belirlemişlerdir. Araştırmanın ilk yılında kuru madde veriminin çayır üçgülü çeşitlerinde 275.6-303,3 kg/da ak üçgül çeşitlerinde 154.0- 272,5 kg/da, ikinci yıl verimlerinin ise çayır üçgülünde 529.7 – 579.5 kg/da, ak üçgülde ise 273.1- 462.8 kg/da değerleri arasında değiştiğini saptamışlardır.

Sağlamtimur, Tansı ve Baytekin (1995), ak üçgülün ana kökünün kazık kök tipinde olduğunu, toprağa paralel uzanan stolonlardaki (sülük) boğumlardan çıkan tali köklerin ise derine işlemeyen saçak kök tipinde olduğunu, bitki boyunun 10-20 cm değer aralığında değiştiğini, su ve ışık isteğinin oldukça yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Ball, Hoveland ve Lacefield (1996), yemin kalite değerleri ile ilgili yürüttükleri bir çalışmada, nispi yem değerinin (NYD), asit çözücülerde çözünmeyen lif (ADF) ile NDF değerlerinden yararlanarak hesaplandığını ve yemin kalitesini rakamsal olarak ifade ettiğini bildirmişlerdir. Bu değeri yorumlarken ise tam çiçeklenme dönemindeki yonca kuru otunun %41 ADF, %53 NDF değeri referans kabul edilerek hesaplanan NYD değerinin yaklaşık 100 eşit olan standart bir değer olduğunu, bu değer düştükçe yemin kalitesinin azaldığını ifade etmişlerdir.

Cosgrove, Anderson ve Fletcher (1996), bir mera vejetasyonunda yer alan buğdaygillerin mera verimini ve istikrarını, baklagiller ise hem meranın verimini hem de mera otunun besin değerini artırdığını ifade etmişlerdir.

Serin, Gökkuş, Tan, Koç ve Çomaklı (1998) yürüttükleri üç yıllık bir araştırmada, yalın ve karışım halinde ekilen yem bitkilerinin, yıllar ortalaması olarak en fazla ham protein oranının baklagillerin yalın ekiminden en az ise yalın ekilen buğdaygillerden elde etdiklerini bildirmişlerdir.

Serin, Gökkuş, Tan, Koç ve Çomaklı (1998), yem bitkilerinin yalın ve karışık ekimlerinde yemde kalite ölçütlerini inceledikleri çalışmada ham protein oranlarının en fazla baklagillerin yalın ekiminden, en az ise yalın ekilen buğdaygillerden elde edildiğini saptamışlardır.

Avcı (2000), Çukurova’da, geçici kışlık çok yıllık yapay mera tesisinde kullanılabilecek bitki türlerini saptamak amacıyla üç yıllık bir sürede yürüttüğü bir araştırmada; yonca, ak üçgül, çayır üçgülü baklagil yem bitkileri ile çok yıllık çim ve kamışsı yumak buğdaygil yem bitkilerinin, ikili ve üçlü karışımlarını incelenmiştir. Araştırma sonuçlarında yeşil ot ile kuru ot verimi açısından saf yonca, yonca ve buğdaygil karışımlarındaki ot veriminin daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Ball vd. (2001), yemin besleyici değeri korunurken daha yüksek üretkenlik sağlamanın bir yolunun baklagil yem bitkilerini buğdaygillere dahil edildiği iyi yönetilen bir karma meranın, tüm meranın yem kalitesini iyileştirebileceğini ifade etmişlerdir.

Moore ve Jung, (2001) yemin besin değerinin yalın ekim veya karışım ekimden bağımsız olarak hasat sıklıkları ile yakından ilişkili olduklarını ve bitkilerin fizyolojik olgunluk aşamalarına göre yemin besleyici değerinin değişebileceğini belirtmişlerdir.

Açıkgöz (2001), yoncanın yüksek verimi, yüksek besin kalitesi, nitrojeni sabitleme yeteneği ve sonbaharda güçlü bir şekilde yeniden büyümesi nedeniyle Türkiye’de hem ot hem de mera için en yaygın kullanılan baklagillerden biri olduğunu belirtmiştir.

Torricelli, Mazza, Schiatti ve Veronesi (2001), 8 çeşit yonca varyetesiyle yürüttükleri bir araştırmanın iki yılın değerlerinin ortalaması incelendiğinde ham protein değerlerinin %19,99 ile %21,70, ADF oranlarının ise %28,89 ile %32,29 arasında değiştiğini saptamışlardır.

Yem hammaddelerinin hayvan performansını optimize eden ve hayvanın beslenme gereksinimlerini yeterli düzeyde karşılayan besin bileşimi, kimyasal bileşimin değerlendirilmesiyle belirlenir (NRC, 2001).

Bruinenberg, Valk, Korevaar ve Struik (2002), NDF ile sindirilebilirlik veya lignin oranının ve sindirilebilirlik arasındaki ilişkinin türler arasında, özellikle çimenler arasında farklılık gösterdiğini, olgunluk aşamasının artmasıyla birlikte çimin hücre duvarı bileşenlerinin oranı artarken, hücre içeriği oranının azaldığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, bitkiler bir olgunluk aşamasına ulaşmadan önce sapın sindirilebilirliği, yaprağın sindirilebilirliğinden daha düşük olduğunu ve olgunluğun artmasıyla birlikte gövdenin yaprağa oranının arttığını belirtmişlerdir.

Albayrak ve Ekiz (2005), buğday ve baklagil karışımlarının, dünyada saf ekimlerinin yerine tercih edildiğini ve karışımların toplam ot veriminin yüksekliği yanında ham protein oranını da artırarak hayvanların dengeli beslenmesine katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Bayraktar (2005), Tekirdağ'da yürüttüğü bir çalışmada, yoncanın vejetatif büyümenin hızlı olduğu periyotta protein oranının yüksek olduğunu ancak gelişmenin ilerlemesiyle bu oranının gerilediği tespit etmiştir.

Atış (2006), çok yıllık çimin çok fazla kardeşlendiği için kısa yumak oluşturduğunu, iklime göre 30- 60 cm aralığında boyplanabilen, soğuk havalara dayanıklılık bakımından iyi olması yanında kurak şartlara dayanıklılığının zayıf olduğunu bildirmiştir. Ayrıca çok yıllık çimin, ekilen türler içerisinde en hızlı tesis olan tür olmasına karşın yaşam süresi kısa olan çok yıllık serin mevsim buğdaygil bitkisi olduğunu belirtmiştir.

Dita, Rispail, Prats, Rubiales ve Singh (2006), Baklagiller (Leguminosae veya Fabaceae), Buğdaygiller (Poaceae) familyasından sonra tarımda en önemli ikinci bitki grubudur. İnsan diyetleri yanında hayvan beslenmesinde de (yemler) en büyük bitkisel protein kaynağını olduğunu ve tarıma, çevreye ve insan sağlığına katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir.

Jefferson, Zentner, Selles ve Lemke (2007), yarı kurak bir ortamda, Kanada'da yapılan bir araştırmada, tanıtılan üç çim türünün, yonca ile karışım halinde yetiştirildiğinde, monokültüre göre daha fazla yem ürettiği sonucuna varmıştır.

Erkovan, Güllap ve Gül (2008), yem bitkilerinin birbirleri ile olan etkileşimleri sebebiyle oluşturulan yapay meralarda, pozitif etkileşimin sağlanması ve sonuç olarak mera veriminin ve kalitesinin artırabilmesi bakımından yem bitkileri karışımlarından yararlanıldığını

belirtmişlerdir.

Paulson, Raeth-knight ve Linn (2008), yürüttükleri bir çalışmada çim bitkilerinin baklagil yem bitkilerinden hem gövdede hem de yaprakta daha yüksek ADF ve NDF içeriğine sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Avcıoğlu, Hatipoğlu ve Karadağ (2009), yem bitkilerinde yemin değerini, yemin tüketimi ve hayvanlar tarafından alınabilirliğini belirlemek amacıyla uzun yıllardır birçok analiz ve hesaplamalar geliştirildiğini, Van Soest vd. (1991)'nin geliştirildikleri lif analiz yöntemleri ADF ile NDF analizlerinin önemli kalite ölçüm kriteri olarak kullanılmaya başlandığını ifade etmişlerdir. Kuru ot olarak tüketilecek olan yemin, kuru madde ile protein içeriğinin yüksek olduğu ve ayrıca ADF oranının ise düşük olduğu zamanda hasat etmekle, yemin miktarıyla beraber sindirilebilirliğini de artıracaklarını vurgulamışlardır. Süt sığırcılığında yüksek verimli bir rasyonda %20 ham protein, %40'dan az NDF ve %30'dan az ADF oranının tercih edildiğini belirtmişlerdir.

Avcıoğlu vd. (2009), yem bitkilerinde verim ve kalite analizlerinin kuru madde içeriği (KM) üzerinden hesaplanması gerektiğini bildirmişlerdir.

Marsalis, Hagevoort ve Lauriault (2009) yemde NDF oranını, bitki hücre duvarının ne oranda sindirilebildiğini belirleyen mühim bir kalite göstergesi olduğunu ifade etmişlerdir.

Brink vd. (2010) yoncanın fizyolojik olgunluk aşamalarına göre besleyici değerinin değişebileceğini, daha uzun süreli hasat sıklıklarında daha yüksek ot kütlesi olacağını ifade etmişlerdir.

Dehaan, Weisberg, Tilman ve Fornara (2010), düşük bütçeli mera karışımlarında bölgeye iyi adapte olmuş baklagil türlerinin maksimum biyokütle üretimi için kritik öneme sahip olduklarını ortaya koymuşlardır.

Hamidi ve Safarnejad (2010), yonca (*Medicago sativa* L.) bitkisinin kuraklık koşullarında verdiği tepkimeleri ölçtüğü bir çalışmada, stres arttıkça gövde uzunluğunun azaldığını belirtmişlerdir.

Mertens (2011), yemin kimyasal analizinde NDF'yi oluşturan hemiselüloz, selüloz ve ligninin geviş getiren hayvanlarda sindirimini zor olduğunu belirtmiştir.

Kazemi, Tahmasbi, Naserian, Valizadeh ve Moheghi (2012), yüksek değerinde kaliteli

yonca otu üretmek için NDF oranının %40'ın, ADF oranının ise %31'in altında olması gerektiğini vurgulamışlardır.

Çınar, Aydın Şakir, Dinç, Büyüktaş ve Işık (2014), buğdaygil ve baklagil karışımlarının üstün bir besin dengesi sağlama ve daha yüksek yem verimi elde etme eğiliminde olduğunu bildirmişlerdir.

Huyghe, De Vlieghe, van Gils ve Peeters (2014), Avrupa'da kalıcı ve yapay meraların tarımsal olarak kullanılan alanların yaklaşık %40'ının kapladığını ve otlak sistemlerin gıda sektörüne önemli bir katkı sağladığını belirtmişlerdir. Ayrıca besi hayvanlarının yaklaşık %60'ını bu meralardan besinini sağladığını ve hayvan sağlığının korunduğunu, bu çiftlik hayvanlarının da insan beslemesindeki gıda enerjisinin %25'ini sağladığını ifade etmişlerdir.

Kaçar (2015), kuraklık stresinde bitkilerde tepe organlarının, özellikle yapraklarındaki gelişiminin azaldığını ve böylece bu organların gelişimi için kullanılan suyun köklerin gelişmesinde aktif kullanılarak, köklerin derinlere doğru uzamasını sağladığını ifade etmiştir.

Nilsdotter Linde, Salomon, Adolfsson ve Spörndly (2015), baklagil ve buğdaygil karışımları ile yürüttüğü bir çalışmada (*Trifolium repens*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Lolium perenne*, *Festuca arundinaceae*), otlatma sistemlerinde ezme hasarına karşı direnç ve botanik kompozisyon açısından en iyi performans gösteren tohum karışımlarını incelemişlerdir. *Trifolium repens* (ak üçgül) ile *Lolium perenne* (çok yıllık çim) içeren karışımların ezme hasarına karşı direnç açısından en iyi performans gösterdiği ve büyükbaş hayvanlar tarafından tercih edilen en iyi mera (otlak) karışımı olduğunu belirtmişlerdir.

Ak üçgül (*Trifolium repens* L.)'ün çim tohumu karışımlarına dahil edilmesi yaygın bir uygulamadır, çünkü karışımların ot verimi, özellikle gübre girdisi düşük olduğunda, genellikle ilgili monokültürlerin ortalamasını aşmaktadır. Karışımlar, aşırı verim olarak adlandırılan en iyi mono kültürden bile daha yüksek kuru madde verimleri üretebilir (Ergon vd., 2016; Lüscher vd., 2014).

Hennessy, McAuliffe ve Egan (2016), Ak üçgül (*Trifolium repens* L.), çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.) ile iyi geliştiğini ve otlatma sistemleri için uygun olduğunu ifade etmişlerdir. Çok yıllık çim büyümesinin Mayıs/Haziran'da, ak üçgülün büyümesinin ise Ağustos'ta zirve yaptığını, ak üçgülün büyümesinin kışın ve ilkbaharın başlarında İngiliz çiminden daha yavaş olduğunu buna sebepte ak üçgül büyümek için yaklaşık 8 °C'lik toprak sıcaklıkları gerektirirken çok yıllık çimin 5 ila 6 °C'lik toprak sıcaklıklarında büyüdüğünü

belirtmişlerdir.

Heshmati, Tonn ve Isselstein (2016), buğdaygil- üçgül karışımlarının yalın ekilen buğdaygillerle karşılaştırıldığında, buğdaygil-üçgül karışımları, birbirleri ile tamamlayıcı kaynak kullanımı nedeniyle genellikle daha yüksek verim sağladığını, bir karışımdaki türlerin sayısı ve kimliği, karışımın üretkenliği için önemli faktörler olduğunu bildirmişlerdir.

Peyraud ve Peeters (2016), meraların hem evcil hem de yabani hayvanların otlayarak yem sağlamaları yanında yıllık ürünlerle karşılaştırıldığında, su kalitesi için koruma etkisine ve toprakta iyi bir karbon tutma potansiyeline sahip olduklarını, toprağı rüzgâr ve su erozyonundan koruduklarını ve toprak verimliliğini arttırdıklarını ifade etmişlerdir. Bunun yanında önemli bir biyoçeşitliliğin desteğı ve bazı yaygın mera türleri çok yüksek bir tabiat değerine sahip olduklarını vurgulamışlardır.

Şen ve Öztürk (2017), yağışların az olduğu dönemlerde meralarda ot veriminin azaldığını ifade etmişlerdir.

Waldron, Peel, Larson, Mott ve Creech (2017), karışık ekilen buğdaygil-baklagil yem bitkileri, yem üretimini arttırmanın yanında türler arasında tamamlayıcı bir etkinin olduğunu, özellikle azot paylaşımı ile sezon boyunca toplu üretimin üniform dağılımına katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir.

Franca vd. (2018), Akdeniz ortamlarında yem üretiminin, sıcaklıkların arttığı ve yetersiz yağışın bitki büyümesini sınırlayıcı bir faktör haline geldiğı baharın sonlarında sınırlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Gilliland, Hennessy ve Ball (2018), mera alanlarında stres koşullarında dayanıklılığı; tüm sezon boyunca otlayan hayvanların beslenme ihtiyaçlarını yansıtacak şekilde öngörülebilir, güvenilir bir şekilde yüksek verimli ve kaliteli otların sürekli üretimi olarak tanımlamaktadır.

Guy, Hennessy, Gilliland, Coughlan ve McCarthy (2018), ak üçgül ve İngiliz çimi ile ilgili yürüttükleri bir çalışmada, karışıma ak üçgülün dahil edilmesi; artan ot kuru madde üretimi, geliştirilmiş besin değeri ve üç otlatma mevsimi boyunca artan kullanım ile karakterize edilen daha yüksek üretkenlik ile sonuçlandığını belirtmişlerdir.

Sun, Zhao, Ling, Li ve Gao (2018), kuraklığın bitkinin su durumunu bozarak büyümesini ve gelişmesini etkileyen en önemli çevresel faktör olduğunu ifade etmişlerdir.

Çeliktaş vd. (2019), NYD'nin, yalnızca pazarlama için değil aynı zamanda yem kalitesini ifade etmek için de bir değerlendirme kriteri olduğunu ve yemleri enerjiye göre sıraladığını, NYD değerlerinin ilerleyen bitki büyüme aşamalarıyla birlikte azaldığını ifade etmiştir. Bununla birlikte, aynı NYD'ye sahip iki yem her zaman aynı performansı göstermediğini ve NYD indeksi, protein içeriği hakkında herhangi bir bilgi ortaya çıkarmadığını belirtmişlerdir.

Kovar, Vozar ve Hric (2019), kalıcı veya periyodik olarak meydana gelen kuraklığın olduğu alanlarında su stresinin, bitki büyümesini sınırlayan önemli bir etken olduğunu, stresin ortadan kaldırılmasıyla, sadece suya daha fazla ihtiyaç duyan türlerin değil, aynı zamanda nispeten daha dayanıklı yonca türlerinin büyüme-üretim sürecinin de teşvik edildiğini ifade etmişlerdir.

Tenikecier (2019), koca fiğ baklagil yem bitkisinde ADL oranının, ekim zamanları arasında farklılık gösterdiğini, tüm uygulama konularına ait deneme ortalamasını %8,97 olarak elde etmiştir. Araştırmacının elde ettiği bu değer, çalışmamızda yer alan çok yıllık baklagil yem bitkilerinden farklılık gösterdiği, bu durumda bitki tür farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hennessy vd. (2020), ak üçgül (*Trifolium repens* L.)'ün mera karışımlarına dahil edilmesinin, atmosferdeki N'yi sabitleyebilme özelliğinden dolayı azotlu (N) gübre ihtiyacını azalttığını ve ayrıca karışım yeminin ot kalitesinin artırmasıyla süt ineği sütü üretiminin artmasını desteklediğini vurgulamışlardır.

Özkan (2020), iškembeli hayvanların kaba yem ihtiyacının karşılanması açısından yem bitkileri üretiminde çok önemli bir yere sahip olduğunu ifade etmiştir.

Astor, Grüner ve Wachendorf (2021), baklagil-çim karışımlarının, özellikle Avrupa'nın ılıman iklim bölgesindeki organik olarak yönetilen çiftliklerde, ürün rotasyon sistemlerinin önemli bileşenlerini oluşturduğunu ve azot bağlayıcı baklagillerin, bir sonraki üründe atılacak gübre miktarını azaltmak için gerekli olduğunu vurgulamışlardır.

Şen (2021), nesillerin daha iyi beslenmesi için mera alanların sürdürülebilirliğinin şart olduğunu ve bu nedenle değişen iklim koşullarında meralardan yüksek verimli ve kaliteli ürünler elde edilmesi gerektiğini ifade etmiştir.

Lara ve Alborno (2023), yonca (*Medicago sativa*)'nın, mükemmel besin kalitesinin

yanında yüksek verim potansiyeline sahip, iyi yönetimle kalıcılığını artırabilen ve kökünün özellikleri nedeniyle de kurak dönemleri tolere edebilen çok yıllık bir baklagil yem bitkisi olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, yoncanın yüksek çözünür protein içeriği ve düşük düzeyde etkili lif yapısı sayesinde hızlı bir sindirim geçişi sağladığını ve böylece yüksek sindirilebilirlik sayesinde hayvanın daha iyi düzeyde gıda alımı ve üretken performansı anlamına geldiğini belirtmişlerdir.

Stopa, Wrobel, Paszkiewicz-Jasinska ve Zielewicz (2022), ADL'nin bir asit deterjan lignin parametresi olduğunu ve ADF'deki lignin fraksiyonunu temsil ettiğini, selüloz ve hemiselülozla birlikte bitki hücresi duvarlarının ana yapı taşlarından biri olduğunu ifade etmiştir.

Tuğrul ve Bozbay (2023), yonca ile yürüttükleri bir çalışmada, birinci biçimde elde edilen yonca kuru madde miktarının sonraki biçimlerden daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Ünal vd. (2023), Ankara ve Konya illerinde yürüttükleri bir çalışmada, yonca popülasyon ve çeşitlerine ait bitki boyu değerlerinin ikinci yıl her iki lokasyonda da daha fazla yağış nedeniyle önemli ölçüde arttığını ifade etmişlerdir.

Woodfield, Lake ve Quick (2023), ak üçgül (*Trifolium repens* L.)'ün yüksek besin değerine sahip, yoğun otlatma baskısıyla başa çıkma yeteneği olan ve eşlik eden buğdaygillere biyolojik nitrojen (N) fiksasyonu sağlaması nedeniyle küresel yem sistemlerinde önemli bir katkıda bulunduğunu ifade etmişlerdir.

1.1.2. Fizyolojik Parametreler Üzerine Yapılmış Araştırmalar

Stoma iletkenliğindeki azalma, stomaların kapanmasıyla terlemeyi azaltır, bunun sonucunda kök bölgesindeki temel toprak su rezervlerinin var olma süresini uzatarak bitkinin hayatta kalma süresini uzatır. Stomaların kapanması aynı zamanda yüksek yaprak su içeriğinin ve böylece daha yüksek yaprak su potansiyelinin korunmasına yardımcı olur ve fotosentetik aktivitede bir azalmaya sebep olur (Hsiao, 1973).

Sobarado (1987), yaprak sıcaklığı arttığında stoma kilit hücrelerinin birbirine yaklaştığını ve yaprakların yuvarlanmasıyla birlikte terleme hızının keskin bir şekilde düştüğünü ifade etmiştir.

Grieu vd. (1988), azalan toprak su içeriğinin, kuraklıktan dolayı stoma kapanmasından ve ayrıca mezofil sentezinin sınırlandırılmasından sorumlu olduğunu saptamışlardır.

Kuraklık gibi stresli koşullarda stomaların hızlı kapanması, bitkinin hayatta kalması için çok önemlidir. Stoma kapanması, su eksikliğine tepki olarak diğer fizyolojik değişikliklerden çok daha hızlı olduğu için ilk savunma mekanizması olarak tanımlanır. Stoma kapanması, terleme yoluyla su kaybı ve böylece bitki su tüketimi azalır (Quarrie, 1989).

Venora ve Calcagno (1991), makarnalık buğdayda yürüttükleri kuraklık stresi ile ilgili bir çalışmada, stoma boyutunun ıslahta seleksiyon parametresi olarak değerlendirilebileceğini bildirmişlerdir.

Abiyotik stresler, ürün ve kaba yem üretkenliğini belirlemede önemli bir rol oynar (Boyer, 1992).

Yüksek stoma iletkenliği, buharlaşma yoluyla yaprakların soğumasını sağlar; bu durum, daha yüksek yaprak klorofil içeriği ve yeşil kalma süresi ile birlikte, ısı toleransı ile ilişkilidir (Reynolds, Skovmand, Trethowan ve Pfeiffer, 1994).

Boyer (1996), bitki kök sisteminin yapısının, kuraklığa dayanıklı hat veya genotiplerin seçiminde iyi bir seçim parametresi olduğunu ve derin kök sisteminin kuraklığa dayanıklılığının bir göstergesi olduğunu belirtmiştir.

Terleme hızı stoma kapanması ile kontrol edilir (Ray ve Sinclair, 1997, 1998).

Franca, Loi ve Davies (1998), infrared termometre ile ölçülen bitkinin yaprak sıcaklığının, tarla koşullarında italyan çiminin (*Lolium multiflorum*) su stresine verdiği tepkilerin anlaşılmasında yardımcı olabileceği sonucuna varmışlardır.

Dencic, Kastori, Kobiljski ve Duggan (2000), kuraklığa toleransta bitkileri ait morfolojik özelliklerin yanında, stoma sayısı, stomanın açık ve kapalı olması durumu, nispi su içeriği gibi bazı fizyolojik özelliklerin de kuraklığın etkilerinin değerlendirilmesinde önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Aasamaa, Snyder ve Lee (2001), küçük stomaların daha hızlı açılıp kapanabileceğini ve böylece bir yaprağın stoma iletkenliğinde hızlı bir azalma kapasitesi sağlayarak kuraklık stresinde su kaybını en aza indirebileceğini vurgulamışlardır.

Skovmand, Reynolds ve Delacy (2001), yüksek klorofil içeriğinin ve yüksek stoma iletkenliğinin, yaprakların soğumasına izin verdiğini; bu durumda ısı toleransı ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Kalefetoğlu ve Ekmekçi (2002), kuraklık stresine karşı dirençli bitki türlerinin belirlenmesi, kuraklığa dayanma (tolerans) mekanizmalarının açıklanması, kuraklığa dayanıklı bitkisel gen kaynaklarının korunması ve aktarımı çalışmaları yönündeki araştırmaların, ileriki zamanlarda kuraklığın tüm canlılar için büyük bir problem haline gelmesini önlemede önemli rol oynayacağını belirtmişlerdir.

Taiz ve Zeiger (2002), bitkilerin sıklıkla hem doğal hava olayları hem de tarımsal koşullar altında stresle karşı karşıya kaldıklarını, hava sıcaklığında istenmeyen değişimlerin yalnızca birkaç dakikalığına stres oluştururken, topraktaki su içeriği gibi streslerin günlerce sürebildiğini açıklamışlardır. Ayrıca kuraklığın bitki verimliliği üzerindeki ilk belirtisinin net CO₂ alım hızının azalması olduğunu ifade etmişlerdir.

Kuraklığın etkisini azaltmak için temel mekanizmalardan biri, su eksikliği döneminin başlangıcında stomaların erken kapanmasıdır. Stoma kapanması sadece su kaybını azaltmakla kalmaz, aynı zamanda bitki ile ortam havası arasındaki gaz alışverişini de azaltır. Azalan CO₂ alımı daha sonra fotosentezin azalmasına neden olur (Chaves vd., 2002).

Abiyotik stresler bitki türlerinin farklı ortam türleri arasındaki farklı dağılımını da etkiler (Chaves, Maroco ve Pereira, 2003).

Shaw, Thomas ve Cooke (2002), kuraklık stresinin bağlı su içeriğinin (RWC) azalmasına sebep olduğu, daha yüksek RWC değerinin kuraklık stresi toleransının iyi bir göstergesi olduğunu belirtmişlerdir.

Richardson, Duigan ve Berlyn (2002), klorofilin, karasal bitkilerin fotosentezinde önemli bir rolü olan biyolojik bir molekül olduğunu, dünyanın ısınmasını sağlayan güneş enerjisinin, kimyasal enerjiye dönüştürülmesinde önemli rol aldığını ifade etmişlerdir. Bu yüzden bitkilerde yaprak klorofil içeriğinin bilimsel açıdan önemli ve incelenmesi gereken bir özellik olduğunu vurgulamışlardır.

Woodward, Lake ve Quick (2002), stoma kapanması ile terlemeyi azaltmak kuraklığa karşı en belirgin tepki olsa da stoma boyutu ve yoğunluğunun kontrolü yoluyla da düzenlenebileceğini belirtmişlerdir.

Kuraklık direnci, azalan toprak suyu altında verim kaybını en aza indirme yeteneğidir. Bir genotipin nispi verimi, kuraklık altındaki performansını yansıtabilir. Bu nedenle, seçim için en yaygın olarak kullanılan kriterler, stresli ve stressiz koşullar altında verim performansına dayanmaktadır (Rashid, Qadir, Ahmad ve Hussain, 2003).

Su açığına neden olan kuraklık stresi, dünya çapında tarımsal üretimi ve verimliliği etkileyen en önemli çevresel streslerden biridir ve önemli ölçüde verim düşüşüne neden olabilir. Hem uzama hem de genişleme büyümesini etkiler (Anjum vd., 2003).

Kısa süreli kuraklık 6 aydan az, uzun süreli kuraklık ise 6 aydan uzun olarak tanımlanmaktadır (Dziegielewska, 2003).

Hetherington ve Woodward (2003), stoma sayısı, şekli, boyutu ve açıklığı gibi özelliklerin bitkilerin strese yanıt vermeleri için çok önemli olduğunu, böbrek stomaları ile karşılaştırıldığında, halter şeklindeki stomaları olan bitkiler, değişen ışık koşullarına hızlı ve verimli bir şekilde tepki verebildiğini ve kuraklıktan kaçınma imkanlarını artırdığını vurgulamışlardır.

Sharma vd. (2003) tarafından sulu, hafif stres ve yoğun stres koşullarında yetiştirilen buğday genotipleri üzerinde su stresinin etkisini incelemek için yaptıkları bir tarla denemesinde, nem stresindeki artışla birlikte bağıl su içeriğinin önemli ölçüde azaldığını belirtmişlerdir.

Medrano, (2004) çalışmasında su stresi yoğunluğunu değerlendirmek için en sık kullanılan iki su durumu parametresi, yaprak su potansiyeli ve bağıl su içeriğidir (RWC) olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte, stoma iletkenliğinin ve fotosentezin yaprak su potansiyeli ve bağıl su içeriğine kesin yanıtı diğer faktörlerin yanı sıra genotipe, su stresi sırasındaki çevresel koşullara ve su stresi uygulama hızına bağlı olduğunu ifade etmiştir.

Kalefetoğlu ve Ekmekçi (2005), kuraklık stresinin bitkilerde verimi etkileyen önemli bir faktör olduğunu ve kuraklığa karşı oluşturulan tepkilerden birinin de yapraklarda gaz alışverişini sağlayan stomaların kapanması olayı olduğunu açıklamışlardır.

Zhang, Wang, Wu ve Zhang (2006), stomaların, bitki ile atmosfer arasındaki CO₂ ve su buharı alışverişinin kanalı olduğunu ve bitkinin fotosentezine, terlemesine ve sıcaklık uygunluğuna katkıda bulunduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca buğdayda yürüttükleri bir çalışmada, su stresi arttıkça stoma yoğunluğunun da arttığını vurgulamışlardır.

Vermeulen vd., (2007), yaprak sıcaklığında meydana gelen artışların stomaların kapanmasına ve CO₂ alımının engellenmesine, dolayısıyla da fotosentetik aktivitenin durmasına sebep olduğunu ifade etmişlerdir.

Kocaoğlu Güçlü (2008), yemlerin içeriklerinde mevcut besin maddelerinin konsantrasyonuna göre değer kazandıklarını, selüloz oranının %18-20 olan yemlere kaba yem olarak tanımlandığını bildirmiştir. Ayrıca hayvanlara doygunluk hissi vermek ve geviş getirmek için gerekli olan kaba yemlerin ekonomik ve sağlıklı beslenmenin temel anahtarı olduğunu vurgulamışlardır.

Avcıoğlu, Hatipoğlu ve Karadağ (2009), biçim sıklığının yemin kimyasal kompozisyonu ve değerini etkilediğini, biçim sıklığı arttıkça otun ham protein ve ham kül değerinin arttığını, azotsuz öz maddeler ve selüloz kapsamının ise azaldığını ifade etmişlerdir. Ayrıca bitki olgunlaştıkça yaprak/sap oranının azalması ile ot kalitesinin azaldığının, genç yaprak ve saplarda ham protein oranının yaşlı yaprak ve saplara oranla daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Bahadur (2009), bamya ve domateste kuraklık su stresi uyguladığında fotosentez hızı, stoma iletkenliği ve yaprak bağıl su içeriğinde (RWC) önemli bir azalma olduğunu belirtmişlerdir.

Kuraklık, dünyanın birçok bölgesinde çim büyümesini sınırlayan başlıca faktör olmaya devam edeceğinden, kuraklık stresi tolerans mekanizmaları konusunda çok daha fazla özelliğin araştırılması gerektiğini ifade etmişlerdir (DaCosta ve Huang, 2009).

Demirevska vd. (2009), bitkilerin kuraklık stresine karşı toleransının; stres derecesine, farklı stres unsurlarına, bitki türlerine ve bitkinin gelişim dönemlerine bağlı olarak değiştiğini ifade etmişlerdir.

Terzi, Sağlam, Kutlu, Nar ve Kadioğlu (2010), kültürü yapılan fasulye (*Phaseolus vulgaris*)'nin gelişme dönemi boyunca kuraklığa toleransını değerlendirmek için klorofil içeriği, stoma iletkenliği gibi parametrelerin kullanılması gerekliliğini ve kuraklık stresi altında yapraklarda stoma iletkenliği ile klorofil içeriğinin azaldığını saptamışlardır. Bunun yanında fasulye bitkilerinin abiyotik stres koşulları altında (kuraklık) fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmaların iyi anlaşılması, seleksiyon ve ıslah yöntemlerinin geliştirilmesi bakımından oldukça önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Yıldırım, Akıncı, Koç ve Barutçular (2009), bitki örtüsü sıcaklığının ve klorofil içeriğinin verime katkısının daha net belirlenebilmesi ve ıslahta seçim parametresi olarak kullanılabilmesi için değişken stres koşullarında denenmesinin yanında farklı gelişim dönemlerinde de incelenmesi gerektiğini açıklamışlardır.

Casson ve Hetherington (2010), stomaların rolünü, mevcut çevresel koşullara uyacak şekilde gaz değişimini (karbondioksit alımı ve su buharı kaybı) optimize ettiğini ve bunu yapmak için bitkilerin stoma gözeneklerini açıp kapattığını ve epidermiste gelişen stoma sayısını düzenlemek olduğunu ifade etmişlerdir.

Erice, Louahlia, Irigoyen, Sanchez-Diaz ve Avise (2010), yonca bitkisinin farklı iklim ve toprak koşullarına uyum sağlamasında, yoncanın yaprak alanı oranının değiştirmesi veya köklerin kuraklık sırasında daha fazla su tutmasının sağlamak için sürgün/kök oranını arttırması gibi çok çeşitli ortamlarda büyümesini sürdürebilmesinin bazı stratejilerin bir sonucu olarak ortaya çıktığını açıklamışlardır.

Arve, Torre, Olsen ve Tanino (2011), stoma hareketi yoluyla CO₂ alımını ve terlemeyi dengeleyebilmenin çevresel koşullardaki değişikliklere önemli bir tepki olduğunu ve stomaların kapanması nedeniyle düşük terlemenin, yaprakların daha az soğuması ve besin maddelerinin daha az alınması ve taşınması anlamına geldiğini bildirmişlerdir.

Haworth, Elliott-Kingston ve McElwain (2011), stomaların bitkilerin terleme yoluyla su kaybına karşı fotosentez için karbondioksit (CO₂) alımını düzenleyen yaprak yüzeyindeki gözenekler olduğunu ifade etmişlerdir.

Nori, Ahmedizade, Şahbazi ve Aharizad (2011), buğdayda (makarnalık) yürüttükleri bir çalışmada, stresli ile stresli olmayan koşullar altındaki bayrak yaprağının klorofil içeriğini incelemişler, 3 ölçümün tarihinin (7,14 ve 21 gün) hepsinde önemli farklar olduğu sonucuna varmışlardır.

Ördög ve Molnar (2011), suyun buharlaşmasının enerji gerektirdiğini, suyun yapraktan buharlaştığında (terleme) yapraktan büyük miktarda ısı çekerek ve yaprağı soğuttuğunu ifade etmiştir.

Rosales, Cuellar-Ortiz, Arrieta-Montiel, Acosta-Gallegos ve Covarrubias (2011), kuraklığa dayanıklı ve hassas fasulye (*Phaseolus vulgaris*) çeşitleri arasında bağıl su içeriği (RWC)'nin karşılaştırılmasının, ekotiplerin ayırt edilmesini sağladığını belirtmişlerdir.

Slama, Tayachi, Jdey, Rouached ve Abdelly (2011), 8 ayrı yonca çeşidinin su kısıtı stresine maruz kaldığında, tüm çeşitlere ait bağıl su içeriği değerlerinde önemli bir düşüş olduğunu ve çeşitler arasında farklılıkların olduğunu saptamışlardır.

Bitkilerin su içeriği sürekli değişim halindedir. Bitkilerden devamlı su akışı, onların büyümesi ve hayatta kalabilmesi için oldukça önemli bir konu olarak atfedilmektedir. Yaprak kurummasını önlemek için suyun kökler tarafından emilmesi ve bitki gövdesine taşınması gerekir. Suyun alımını, taşınmasını ve kaybını dengelemek bitkileri için önemli bir zorluktur. Ürün sulama uygulaması, suyun tarımsal verimliliği sınırlayan önemli bir kaynak olduğu gerçeğini yansıtmaktadır. Bitkiler büyük miktarlarda su kullanır, ancak büyümeyi sağlamak için bunun yalnızca küçük bir kısmı bitkide kalır. Bitkiler tarafından alınan suyun yaklaşık %97'si atmosfere verilir, %2'si hacim artışı veya hücre genişlemesi için, %1'i ise başta fotosentez olmak üzere metabolik işlemler için kullanılır. Atmosfere verilen su kaybı, fotosentez yapmanın kaçınılmaz bir sonucu gibi görünmektedir. CO₂ alımı su kaybına bağlıdır (Ördeg ve Molnar, 2011).

Öztürk (2011), buğday genotiplerinde kuraklığa dayanıklılık ile ilgili yürüttüğü araştırmada, kök aksamı fazla olan genotiplerde bitki örtüsü sıcaklığının (kanopi) düşük, kök aksamı az olan çeşitlerde ise bitki örtüsü sıcaklığında artış olduğunu, ayrıca sıcaklık arttıkça yaprak epidermisindeki stoma sayısının arttığını ve stoma hacminde küçülme olduğunu saptamıştır. Sıcaklık artışının yapraklarda klorofil miktarında azalmaya sebep olduğunu ve bunun sonucunda bitkilerin erken olgunlaştığını ifade etmiştir.

Doheny-Adams, Hunt, Franks, Beerling ve Gray (2012), stoma yoğunluğu ve boyut arasındaki güçlü korelasyonun olduğunu, daha düşük stoma yoğunluğuna sahip bitkilerin daha büyük bir ortalama stoma boyutu gösterirken, daha yüksek stoma yoğunluğuna sahip yapraklarda daha küçük stoma bulunduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca yoğunluğu azaltılmış ve daha büyük stomaları olan bitkilerin aynı zamanda daha az terleme, daha yüksek büyüme oranları ve daha büyük bir biyokütle gösterdiğini vurgulamışlardır.

Pirhofer-Walzl vd. (2012), karışık halde ekilen yem bitkilerinin (buğdaygil ve baklagil) kök ve sürgün devri veya bakteriyel ayrışma meydana geldiğinde, atmosfer havuzunda yer alan azotun, baklagil olmayan bitkiler tarafından alınabileceğini belirtmişlerdir.

Romena ve Najaphy (2012), İran'da 30 ekmeklik buğday genotiplerinde 2011-2022 yıllarında yürüttükleri araştırmalarında, oransal nem içeriğinin (RWC) %45,5-68,6 arasında,

stoma iletkenliğinin 87,97-173,1 mmol m⁻² s⁻¹ arasında ve klorofil içeriğinin 34,99-53,49 mg g⁻¹ arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Jahufer vd. (2013), çiftçiliğin kurak coğrafi alanlara yayılması, iklim değişikliği ve artan su kısıtlamaları ile birlikte, kuraklık stresi altında performans gösterebilen çeşitlerin üretilmesi ve kullanılmasının daha acil hale geldiğini belirtmişlerdir.

Naroui Rad, Mihdzar, Rafii, Jaafar ve Danaee (2013), RWC'nin kuraklığa toleranslı ve yüksek verime sahip genotiplerin belirlenmesinde iyi bir kriter olabileceğini ifade etmişlerdir.

Rodziewicz, Swarcewicz, Chmielewska, Wojakowska ve Stobiecki (2014), sıcaklıkların artması ve yağışların azalmasıyla ortaya çıkan iklim değişikliğinin, birçok alanda abiyotik strese maruz kalmayı zorunlu kıldığını, kuraklık, düşük sıcaklık, yüksek sıcaklık, UV radyasyonu ve ağır metaller gibi abiyotik streslerinin tarım ürünlerindeki başlıca sınırlandırıcılar olduğunu ve bitki büyümesini olumsuz yönde etkilediğini ifade etmiştir.

Lawson ve Balatt (2014), stomaların tüm gaz difüzyonundan sorumlu “bekçiler” olduğunu, CO₂ alımını ve su kaybını yöneten hem iç hem de dış çevresel uyarılara uyum sağladıklarını, bu nedenle de stoma, fotosentez için yaprağın hücreler arası hava boşluklarına giren CO₂'nin hacmini kontrol eden bitki gözenekleri olduğunu ifade etmişlerdir. Kaybedilen su miktarının en aza indirilmesinde de önemli bir rol oynayan stoma gözeneklerinin kümeli alanı yaprak yüzeyinin sadece küçük bir kısmını temsil etse de (%3'ten az), alınan tüm CO₂'nin ve kaybedilen suyun yaklaşık %98'inin bu gözeneklerden geçtiğini belirtmişlerdir.

Aghanejad, Mahfoozi ve Sharghi (2015), stoma iletkenliğinin bitkilerin kuraklık stresinden doğrudan etkilendiği önemli fizyolojik bir parametre olduğunu ve buğday bitkisinin kurak koşullar altında stoma iletkenliğinin azaldığını saptanmışlardır.

Kuraklığa toleransla ilgili fizyolojik özelliklerin daha iyi anlaşılmasıyla, genotiplerin kuraklığa tolerans açısından taranması hızlandırılabilir. Su stresi altında devam eden büyümeden sorumlu birçok fizyolojik karakter tanımlanmıştır. Tüm fizyolojik parametrelerin etkileşimli etkisi, dikkate alınan türün büyüme stratejisine ve kuraklık stresi sırasında uyum sağlama yeteneklerine bağlıdır (Chatterjee ve Solankey, 2015).

Chatterjee ve Solankey (2015), sebze bitkilerinde kuraklık toleransı üzerine yürüttükleri bir araştırmada, stoma iletkenliğinin, su stresinin şiddetini yansıtmak için bütünleştirici bir parametre olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca aynı çalışmada, bağıl su içeriğinin

bir bitkinin su dengesi durumunun yararlı bir göstergesi olduğunu ve esas olarak bitkinin yapay tam doygunluğa ulaşması için ihtiyaç duyduğu mutlak su miktarı olarak ifade etmişlerdir.

Kaçar (2015), stoma sayıları ve dağılımlarının bitkiden bitkiye hatta bitkinin bir organından diğerine önemli derecede farklı olduğunu, benzer durumların gözenek büyüklükleri içinde söz konusu olduğunu belirtmiştir. Ayrıca gözenek deliklerinin mikron ile ölçülecek kadar küçük olduğunu, gözeneklerin yaprak üst epidermislerine göre alt epidermislerinde daha fazla bulunduğunu ve daha büyük olduğunu belirlemişlerdir.

Mattos ve Moretti (2015), kuraklık stresi altındaki bitkilerde; dokulardaki su miktarının azlığı, yaprakta su kapasitesinin azalması ve kayıp turgor basıncı, stomaların kapanması, azalan hücre büyümesi, değişen enzim aktiviteleri ve fotosentetik aktivenin azlığı gibi stres etkilerinin görülebileceğini açıklamışlardır.

Çınar, Aydın Şakir, Dinç, Büyüктаş ve Işık (2016), yerfıstığı çeşitlerinde (*Arachis hypogaea* L.) su stresinin stoma özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, mm²'deki stoma yoğunluğu, stoma boyu (µm) vb. değerlerin kuraklık toleransı için seçim kriterleri olarak kullanılması gerekliliğini, kuraklığa dayanıklı hat ve çeşitlerin belirlenerek kültürü yapılması durumunda, tarımsal üretimin kuraklıktan etkilenmemesinin yanında mevcut tarımsal su kaynaklarımızın verimli bir şekilde kullanılacağını bildirmişlerdir.

Martensson vd. (2017), artan su sınırlaması riskleriyle karşı karşıya kaldığımız için, biyokütle üretimi için belirli marjinal arazi türleri olarak çok yıllık bitkileri yetiştirirken ve/veya seçerken, özellikle de ürünün su tutma kapasitesi zayıf olan topraklarda yetiştirilmesi amaçlanıyorsa, kuraklığa tolerans fizyolojisi hakkında bilginin dahil edilmesinin önemli olduğunu saptamışlardır.

Zegaoui vd. (2017), börtölcede kuraklık toleransı ile ilgili yürüttüğü çalışmada, yerel çeşitlerin veya yabani popülasyonların bağıl su içeriğinin, kuraklığa toleranslı veya duyarlı çeşitler arasında ayırım yapmak için kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Agurla, Gahir, Munemasa, Murata ve Raghavendra (2018), stoma koruyucu hücrelerin, iç ve dış ortamdan çeşitli abiyotik ve biyotik stres uyaranlarını algılayabildiklerini ve olumsuz koşullar altında kapanmayı başlatmak için hızlı bir şekilde yanıt verebildiklerini belirtmişlerdir.

Franca vd. (2018), *Piptatherum miliaceum* L. çiminin iki çeşidinde kuraklık toleransının değerlendirilmesinde, su kıtlığında yaprak bağıl su içeriğini aynı eğilimle azaltarak tepki

gösterdiğini, aşırı stres koşullarında, RWC'nin %60'ın üzerinde olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca geç çiçeklenen çeşidin, iyi gelişmiş kök sistemi, kardeşler ve yaprakları sayesinde, erken çiçeklenen çeşide göre su stresine karşı daha yüksek bir tolerans sergilediğini ifade etmişlerdir.

Su kıtlığı, sonuçları çoğunlukla tarımsal üretimin azalmasına yol açan bir stres faktörüdür. Mevcut iklim değişiklikleri, yalnızca sıcaklıkta dramatik dalgalanmalara neden olmakla kalmayıp, aynı zamanda büyüme mevsimi boyunca nispeten tekdüze olmayan, düzensiz ve rastgele yağış dağılımına da neden olmaktadır (Svobodova ve Misa, 2018).

Alonso, Casoda-Garcia ve Heras (2021), stoma sayısının ve davranışının analizi, mikroskopik görüntülerin incelenmesiyle gerçekleştirilen bir iş olduğunu ifade etmişlerdir.

Öztürk (2021), yoncanın yalın ve buğdaygillerle karışım halinde ekimlerinde, yağışa dayalı durumlarda yetiştirilen parsellerin, farklı damla sulama lateral derinliklerinde sulanan parsellere oranla daha az kök yayılması göstermelerine rağmen, bitki kök uzunluğunun 120 cm derinliğe ulaştığını ve en kurak mevsimde bile kök gelişimini derinlere doğru sürdürdüğünü tespit etmiştir.

Arslan, Doğan, Uyak ve Güzel (2022), bazı yerel üzüm çeşitlerinin (*Vitis vinifera* L.) stoma özelliklerini ele aldıkları bir araştırmada, çeşitlerin stoma eni ve boyunun, mm²'deki stoma yoğunluğunu etkilediğini, stoma boyutları küçüldükçe stoma yoğunluğun (adet/mm²) arttığını saptamışlardır.

Şen, Balkan, Başer ve Bilgin (2022) kuraklığın, yağış ve sıcaklık arasındaki ilişkide sıcaklık artışıyla birlikte yağış miktarının aynı hızda artmaması durumunda ortaya çıktığını ve "Kuraklık" terimini, bir bölgede suyun düzensiz zamanlarda ortaya çıkan ve bitkilerin büyüme ve gelişmesini tehlikeye atacak veya zarar verecek kadar azalmış olması durumu olarak ifade etmişlerdir.

Chen vd. (2023), *P. strictus*'un yaprak klorofil içeriğinin deneme başlangıcından 4 hafta sonra kuraklık stresinden etkilendiğini ve SPAD değerlerinin kontrol grubunda 65,7'den kuraklık uygulaması altında 56,7'ye düştüğünü ifade etmişlerdir.

Yang vd. (2024), bitki stoma fenotip özelliklerinin bitkinin su kullanım verimliliğini, stres direncini ve verimini arttırmada önemli bir rol oynadığını, ancak şu anda fenotip özelliklerinin belirlenmesi esas olarak zaman alıcı ve zahmetli olan manuel ölçüme dayandığını belirtmişlerdir.

1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Çayır–mera, yem bitkileri konularında araştırma ve üretim çalışmaları yaparak, ülkemizin bu alanda karşılaştığı sorunları çözümlmek ve kaba yem üretimini artırmak en önemli amaçtır. Bu amaçla, ekolojik bölgelere göre en uygun ve ekonomik olabilecek bitki gruplarının saptanması sürdürülebilir tarım ve mera vejetasyonu için gereklidir. Ayrıca meraların ağır ve zamansız otlatmadan dolayı verim kayıplarının önüne geçilebilmesi, tarla tarımı içindeki kaliteli yem bitkileri ve bunların karışımlarının ekilmesi ile ortadan kalkabilir. Bu çalışmada, sulu ve kuru tarım koşullarında bölgeye uygun bitki karışımlarının belirlenmesi birincil amaç olmuştur.

Araştırmamızda çok yıllık suni mera karışımlarına ait bitki örtüsünden elde edilen otun verimi ve kalitesinin yanında bitkilerin stres koşulları altında verecekleri fizyolojik tepkimeler de tespit edilerek kuraklıkla mücadelede alınacak önlemlere katkı sağlaması ikincil amacı oluşturmuştur.

Çalışmada kullanılacak olan türlerin (yonca, ak üçgül ve İngiliz çimi) tekli, ikili ve üçlü karışım halinde, sulu ve kuru koşullar altındaki verim ve kalite potansiyelleri belirlenmiş ve bu koşullar altında bitki türlerinin yalın ve karışım şekillerinde bireysel olarak gösterdikleri fizyolojik tepkiler ölçülmüştür. Bu çalışma sonucunda elde edilen verilerle, yürütülen ve yürütülecek olan bitki ıslahı programlarında abiyotik stres koşullarına toleranslı çeşitlerin elde edilmesinde öncü olması ve literatüre önemli bir kaynak oluşturması amacın ana fikrini oluşturmuştur.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1 Materyal

2.1.1 Araştırma Yerinin Coğrafik Konumu

Bu çalışma, 2020-2022 yılları arasında Tekirdağ ili Saray ilçe merkezine yaklaşık 20 km uzaklıktaki Sofular mahallesinde tarla koşullarında yürütülmüştür. Araştırma yerinin koordinatları: 41°24'17.0"kuzey paraleli, 27°38'41.5"doğu meridyenidir. Deneme alanı Sofular mahallesine yaklaşık 1,5 km uzaklıktadır. Deneme alanına ait uydu görüntüleri Şekil 2.1 ve Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Araştırma alanının google street view arabası ile çekilen görüntüsü (Mayıs 2021)



Şekil 2.2 Araştırma alanının ekran görüntüsü (<https://app.onesoil.ai/>)

2.1.2 Araştırma Yerinin Tarımsal Yapısı

Sofular mahallesinde genelde tarımsal faaliyetin yanında hayvansal faaliyette yapılmaktadır. Mahallede yaklaşık 15 000 da tarımsal arazi mevcut olup, çoğunlukla buğday ve ayçiçeği münavebeli olarak ekilmektedir. Yem bitkileri ekilişi, toplam ekilebilir alanın yaklaşık %1 oranındadır. Yetiştiriciliği yapılan yem bitkileri; yonca, macar fiğ ve silajlık mısırdır. Mera alanı 1.890 da civarındadır. Sofular mahallesinin hayvan varlığı; üç adet

büyükbaş hayvansal işletmede yaklaşık 900 baş, beş adet küçükbaş hayvansal işletme de yaklaşık 550 civarındadır.

2.1.3. Araştırma Yerinin İklim Verileri

Araştırma yerinin iklim verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. 2021 ve 2022 yıllarına ait iklim verileri 18423 numaralı Saray istasyonundan, uzun yıllar iklim verileri Saray istasyonunda mevcut olmadığından 17054 numaralı Çorlu istasyonundan alınmış olup, Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Araştırma yerinin 2021 ve 2022 yıllarına ait iklim verileri

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıl
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)													Ortalama
2021	5,8	6,0	5,3	9,8	16,7	19,9	24,2	24,1	18,6	13,5	11,0	6,9	13,5
2022	3,2	5,1	4,0	12,0	15,9	21,1	23,1	24,4	19,5	14,6	11,9	8,2	13,6
Uzun Yıllar	3,9	4,7	7,1	11,6	16,8	21,3	23,6	23,6	19,5	14,8	10,1	5,7	13,6
Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)													Ortalama
2021	17,7	19,7	17,8	28,2	29,9	33,0	38,1	38,8	32,7	22,1	22,9	17,9	26,6
2022	18,3	16,8	20,0	25,5	33,0	32,8	35,4	34,3	34,5	31,8	25,4	19,5	27,3
Uzun Yıllar	19,4	21,6	26,4	30,2	33,1	39,1	40,0	37,9	39,9	33,0	27,7	22,1	30,9
Aylık Minimum Sıcaklık (°C)													Ortalama
2021	-13,0	-9,6	-4,7	-3,0	3,2	8,0	13,1	13,5	3,7	2,9	-1,4	-6,6	0,5
2022	-9,2	-3,8	-6,3	-0,8	2,0	12,2	11,4	15,2	3,5	0,4	-0,5	-1,8	1,9
Uzun Yıllar	-14,4	-14,3	-6,6	-3,6	2,2	6,8	9,9	9,9	4,6	-1,0	-6,2	-11,8	-2,0
Aylık Toplam Yağış (mm=kg/m ²)													Toplam
2021	153,9	88,4	68,0	42,2	42,5	90,9	12,5	4,1	27,4	29,5	50,7	124,3	734
2022	70,7	144,3	34,8	86,6	21,7	53,1	1,5	42,1	11,8	13,9	50,4	63,3	594
Uzun Yıllar	48,4	58,1	52,2	45,3	49,1	34,5	32,7	23,8	42,0	64,6	68,3	73,8	593
Aylık Yağışlı Gün Sayısı													Toplam
2021	22	13	13	14	10	11	5	1	8	15	10	22	144
2022	10	12	12	12	6	7	3	17	10	10	12	17	128
Uzun Yıllar	13,7	11,39	12,56	9,2	9,4	9,1	3,9	3,2	7,4	10,67	10,9	13,1	115
Nispi Nem (%)													Ortalama
2021	90,3	85,5	84,6	81,2	73,5	79,6	73,5	68,9	70,4	85,8	89,6	92,7	81,3
2022	88,6	90,8	80,5	74,8	75,6	82,2	71,6	80,7	69,6	77,9	89,6	97,5	81,6
Uzun Yıllar	85,3	82,6	78,8	74,2	72,5	70,9	68,6	71,3	73,1	80,3	83,4	85,6	77,2

2.1.4. Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri

Toprak örnekleri, araştırmanın başlangıcında (2020) ve bitişinde (2023), deneme alanının hem kuru hem de sulu tarım yapılan yerlerinden, 0-30 cm toprak derinliğinden rasgele alınmıştır. Alınan toprak örnekleri, Atatürk Toprak, Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait laboratuvarında analiz edilmiştir. Araştırma alanının topraklarına ait analiz sonuçları Çizelge 2.2.'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Araştırma alanının topraklarına ait analiz sonuçları

Yıl	Derin	Saturasyon	pH	EC	Kireç	Organik M.		Bitkilere Yararışlı					
	cm.	(%)	(%)		(CaCO ₃)	(%)		P ₂ O ₅ (kg/da)		K ₂ O (kg/da)			
S-2020	0-30	59	7,89	0,1	5,7	1,26	Az	4,47	Az	38,05	Yeterli		
K-2020	0-30	57	7,91	0,09	5,9	0,59	Çok az	4,81	Az	45,65	Yeterli		
S-2023	0-30	55	7,72	0,08	7,74	1,35	Az	3,77	Az	51,2	Yeterli		
K-2023	0-30	56	7,75	0,08	12,6	1,3	Az	3,7	Az	43,46	Yeterli		
Bazı kimyasal özellikler (ppm)													
	Ca		Mg		Fe		Mn		Zn		Cu		
S-2020	6788	Fazla	147,1		Az	3,44	Çok az	4,21	Yeterli	0,27	Az	0,58	Yeterli
K-2020	6721	Fazla	143,9		Az	2,85	Çok az	4,36	Yeterli	0,25	Az	0,59	Yeterli
S-2023	6650	Fazla	135,6		Az	4,11	Az	8,65	Yeterli	0,39	Az	0,80	Yeterli
K-2023	6670	Fazla	143,4		Az	3,79	Az	8,16	Yeterli	0,44	Az	0,74	Yeterli

2.1.5. Araştırma Yerinin Su Kaynağı

TAGEM ve DSİ'nin ortak yürüttükleri “Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimleri” başlıklı sonuçlanan proje kapsamında, iklim bölgelerine göre tarımsal ürünlerin bitki su tüketimleri tespit edilmiş olup, yıllık sulama programları oluşturulmuştur (TAGEM, D., 2017). Bu proje kapsamında Sofular mahallesi, 5. Marmara Geçit Bölgesinin Tekirdağ ili

Çorlu istasyonuna yakın olup, bu bölgede yetiştirilen çayır-mera bitkilerinin yaz döneminde ihtiyacı olan su miktarı (mm), belirtilen sulama programına bağlı kalınarak yapılmıştır.

Araştırma alanında sulama yapılacak parseller, 5 tonluk sulama tankerine monte edilmiş portatif su sayacı ve ucuna eklenen lateral boru yardımı (Şekil 2.4) ile sulama programına uygun olarak sulama yapılmıştır ($\text{ml/m}^2 \times \text{parsel alanı}$).



Şekil 2.3. Sulama tankeri ve monte edilmiş su sayacı

2021 yılında Temmuz ayına kadar yağışlı bir dönemle geçtiği için (Çizelge 2.1) sulama programında ilk sulama 10 Temmuz 2021’de, 2022 yılında ise 28 Mayıs 2022 tarihinde ilk sulama yapılmıştır. Arazinin sulu parsellerine yaz periyodu boyunca sulama programı (Şekil 2.3) ve yağış durumuna göre 2021 yılında 8 kez sulama yapılarak yaklaşık 420 mm, 2022 yılında 10 kez sulama yapılarak yaklaşık 490 mm su verilmiştir.

2.1.6. Araştırmada Kullanılan Çeşitler ve Bitkisel Özellikleri

Yonca (*Medicago sativa*): Adaptasyon kabiliyeti yüksek, ot verimi ve besleyiciliği yüksek, uzun ömürlü, bir vejetasyon döneminde birkaç defa biçilebilen, ekim nöbetinde uyumlu, çok yıllık baklagil yem bitkisidir. Yeşil ve kuru ot olarak tüketilmesi yanında silaj olarak da önem kazanmaktadır. Yonca bitkisinin geniş adaptasyon yeteneğine sahip çeşitleri olduğu için ülkemizde olduğu gibi dünyada da en fazla yetiştiriciliği yapılan çok değerli bir yem bitkisidir (Avcıoğlu vd., 2009). Araştırmamızda, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’nün Bilensoy 80 çeşidi kullanılmıştır.

Ak Üçgül (*Trifolium repens*): Sülükleri ile sürünücü büyüme gösteren, toprak üstü aksamı bol, çok yıllık, uzun ömürlü, çok fazla boylanmayan bir baklagil yem bitkisidir. Soğuya dayanıklı olması yanında aşırı sıcaklıklardan zarar görebildiğinden serin ve ılıman bölgeleri tercih eder. Gelişebilme gücünün oldukça yüksek olması nedeniyle meraların ve çim

alanlarının vazgeçilmez bir bitkisidir. Otu çok yumuşak olan sindirilme oranı ve besleyiciliği yüksek bir bitkidir. Yeşil otun fazla tüketilmesi hayvanlarda şişme tehlikesi yapacağından buğdaygillerle karışım halinde yetiştirilmesi önerilmektedir (Avcıoğlu vd., 2009). Araştırmamızda, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün Nadide çeşidi kullanılmıştır.

Çok yıllık çim (*Lolium perenne*): Kısa ömürlü, orta boylu, kardeşlenme yeteneği yüksek ve bol yaprak oluşturan, kuvvetli yumakları olan çok yıllık serin mevsim buğdaygil yem bitkisidir. Olatmaya ve biçmeye dayanıklıdır. Ayrıca çok yıllık çim, çok hızlı gelişme göstermesi nedeniyle oluşturulacak mera karışımlarında, tesis yılının değerlendirilmesi bakımından tercih edilen bir tür olarak dikkati çekmektedir (Avcıoğlu vd., 2009). Araştırmamızda, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün, orta erkenci, açık yeşil renk, sıcağa dayanıklı, yüksek tohum verimi, hasat harmanı kolay bir çeşidi olan Göktürk çeşidi kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1 Araştırmanın Deneme Deseni ve Konusu

Bu araştırma, 2021 ve 2022 yıllarına ait ot verimleri ile kalite analizlerinde tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre, fizyolojik ölçüm analizlerinde tesadüf blokları bölünmüş parsellerde faktöriyel deneme desenine göre yürütülmüştür. Denemede su faktörünün 2 konusu ve 6 farklı karışım şekli ile 4 tekerrürlü olarak 48 parselde yürütülmüştür. Araştırmanın ana konusunu su konusu, alt konusunu karışım şekli oluşturmuştur. Ölçüm değerleri, bitki vejetasyonunun aynı gelişme dönemine ait farklı zamanlarda elde edilmiş ve uygulama konularında değerlendirilmiştir. Fizyolojik ölçümlerde iki zamanlı ölçüm yapılmıştır.

Su konusunun iki durumu incelenmiştir (S);

- Sulu: Sulama programına uygun sulama.
- Kuru: Normal yağış koşulları (sulama yok).

Ot verimleri, ot katı yüksekliği ve kalite analizlerinde, karışım şekilleri bir değerlendirildi. Karışım şekilleri sırasıyla;

1. Yonca (Y),

2. Ak üçgül (A),
3. İngiliz çimi (İ),
4. Yonca ve İngiliz çimi ikili karışım şekli (Yİ),
5. Ak üçgül ve İngiliz çimi ikili karışım şekli (Aİ),
6. Yonca, Ak üçgül ve İngiliz çimi üçlü karışım şekli (YAI).

Fizyolojik ölçümlerde karışım şekli konusu ayrı ayrı olarak çeşit bazında incelenip, değerlendirildi. Karışım şekilleri sırasıyla;

1. Yonca tekli ekim: Y,
2. Yoncanın İngiliz çimi ile girdiği ikili karışım ekimi: Yİ,
3. Yoncanın Ak üçgül ve İngiliz çimi ile girdiği üçlü karışım ekimi: YAI,
4. Ak üçgül tekli ekim: A,
5. Ak üçgülün İngiliz çimi ile girdiği ikili karışım ekimi: Aİ,
6. Ak üçgülün yonca ve İngiliz çimi ile girdiği üçlü karışım ekimi: AYİ,
7. İngiliz çimi tekli ekim: İ,
8. İngiliz çiminin yonca ile girdiği ikili karışım ekimi: İY,
9. İngiliz çiminin ak üçgül ile girdiği ikili karışım ekimi: İA,
10. İngiliz çiminin yonca ve ak üçgülle girdiği üçlü karışım ekimi: İAY.

2.2.2. Ekim Öncesi Yapılan Faaliyetler

2.2.2.1 Toprak İşleme

Ekim öncesi pulluk ile ilk sürüm işlemi gerçekleştirilmiş, diskharrow ile ikileme yapılmıştır. Eylül ayı kurak geçtiği için hem toprağı yumuşatmak hem de yabancı otların çimlenmesini sağlamak amacıyla sulama yapılmış olup sonrasında tırmık çekilerek çıkan yabancı otlar parsel alanından uzaklaştırılmıştır. Ekilecek tohumlar çok küçük olduğundan merdane çekilerek kesik toprak yapısı ekime hazır hale gelmiştir.

2.2.2.2 Gübreleme

Ekim öncesi ilk tesis yılında dekara 5 kg saf azot, 5 kg saf fosfor gelecek şekilde 20.20.0 kompoze gübre uygulanmış ve sonraki zamanlarda gübreleme uygulaması yapılmamıştır.

2.2.2.3 Parselizasyon

Ölçümlerin alınacağı parsel alanı 1,2 m x 5 m boyutlarında olup 6 m² lik ölçüm parselleri oluşturulmuştur. Parseller arası mesafe 1 m olarak ayarlanmıştır. 24 parsel sulu, 24 parsel kuru olmak üzere toplamda 48 parsel oluşturulmuştur.

2.2.2.4 Tohum Hazırlığı

Yalın ekimler ile karışım halinde oluşturulan ekimlerde atılacak tohum miktarları Çizelge 2.3’de verilmiştir. Karışımlarda özellikle yonca, ak üçgül gibi hayvanlarda şişme rahatsızlıkları yapan bitkiler yer aldysa karışımdaki oranları %30-35’i geçmemelidir (Altın, Gökkuş ve Koç, 2005). Karışım oranın belirlerken baklagiller %30, buğdaygiller %70 oranında olacak şekilde tohum hazırlığı yapılmış ve aynı sıraya ekilmiştir.

Çizelge 2.3. Yalın, ikili ve üçlü bitki gruplarında atılan tohum miktarları

Karışım Şekli	Yalın ekimdeki tohum miktarı (kg/da)	Oran (%)	Tohum (kg/da)	Parsele atılacak tohum miktarı (gr/6 m²)	
Y	3,5	1	3,5	21	
A	1,5	1	1,5	9	
İ	2,5	1	2,5	15	
İkili Karışım					
Yİ	Yonca	3,5	0,3	1,05	6,3
	İngiliz çimi	2,5	0,7	1,75	10,5
Aİ	Ak üçgül	1,5	0,3	0,45	2,7
	İngiliz çimi	2,5	0,7	1,75	10,5
Üçlü Karışım					
YAI	Yonca	3,5	0,15	0,53	3,15
	Ak üçgül	1	0,15	0,15	0,9
	İngiliz çimi	2,5	0,7	1,75	10,5

2.2.3. Ekim İşlemleri

Ekim işlemi 20 cm sıra aralığına sahip markörle açılan sıralara 2020 yılı Ekim ayında elle yapılmıştır. Sonrasında atılan tohumların üzerine merdane çekilerek tohum yatağı bastırılmıştır. Tohum ekimine ait görüntüler Şekil 2.5’te verilmiştir.



Şekil 2.4. Tohum ekimine ait görüntüler

2.2.4. Bakım İşlemleri

Ekim sonrası parsel aralarında çıkan otlar bahçe tipi manuel benzinli çapa makinesi ile uzaklaştırılmıştır. İlk tesis yılında yabancı otlarla mücadeleye önem verilmiş olup, sıra arası çıkan yabancı otlar el çapası yardımı ile sıra üzeri çıkan otlar ise elle sökülerek deneme parsellerinden uzaklaştırılmıştır. Deneme alanının görüntüsü Şekil 2.6’da sunulmuştur.



Şekil.2.5. Deneme alanının görüntüsü

2.2.5. Bitki Gözlemleri ve Ölçümler

2.2.5.1 Ot Verimleri

Ot verimleri için hasat yalın ekilen baklagillerde %30-50 çiçeklenme ve İngiliz çiminde %50 başaklanma, karışımlarda ise baklagillerin çiçeklenme dönemi başlangıcında yapılmıştır. Her bir ölçüm parselinin kenar sıraları ile parselin alt ve üst kısmından 0.5 m’lik alan kenar tesiri olarak çıkartılmıştır. Ot ölçümlerinde Quadrats çerçeve yöntemi (0,50 x 0,50 cm) kullanılarak 0,25 m² lik bitki örnekleri belirli bir dip yüksekliğinden biçim makası ile biçilerek elde edildi (Şekil 2.7).



Şekil 2.6. Yeşil ot hasadı görüntüsü

Alınan bitki örnekleri aynı saat içerisinde tarlada dijital tartım terazisi ile tartılmış ve elde edilen yeşil ot verimleri “kg/da” olarak belirlenmiştir. Elde edilen yeşil ot örnekleri etüvde 70°C de 24 saat kurutularak kuru ot verimleri (kg/da) elde edilmiştir. Kuru koşullarda iki, sulu koşullarda üç biçim yapılmış ve analizlerde toplam kuru ot verimleri değerlendirmeye alınmıştır.

Bitkilerin biçime gelme dönemine göre, 2021 yılında birinci biçim Haziran, ikinci biçim Ağustos, sulama yapılan parsellerde üçüncü biçim Eylül ayında yapıldı. 2022 yılında ise birinci biçim Mayıs, ikinci biçim Temmuz, sulama yapılan parsellerde üçüncü biçim Ağustos ayında yapılmıştır.

2.2.5.2 Ot Katı Yüksekliği (cm)

Kenar tesiri dışında yer alan parsel alanından rasgele seçilen her bitki türüne ait en az 3 bitki boyunun toprak yüzeyinden en uç noktasına kadar olan yüksekliği “cm” cinsinden ölçülmüştür. Ölçümler yeşil ot hasadı öncesinde alınmış ve parselden elde edilen bitki boyu değerlerinin ortalamaları alınarak parselde ait ot katı yüksekliği (cm) hesaplanmıştır.



Şekil 2.7. Ot katı yüksekliği (cm)

2.2.5.3 Kalite Analizleri

Deneme parsellerinin 0,25 m² alanından elde edilen kuru ot numuneleri 0,5 mm elek boşluğundaki çelik değirmende öğütülerek yem örnekleri elde edilmiştir. Sulu tarım yapılan parsellerde üç hasat döneminden, kuru tarım yapılan parsellerde iki hasat döneminden alınan yem numuneleri dört tekerrürlü olarak incelendi. Ham protein analizi Kırklareli Atatürk Toprak, Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ait laboratuvarlarda, diğer yem kalite analizleri ise Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Zootekni Bölümü laboratuvarında yapılmıştır. Yem kalite analizlerine ait laboratuvar ortamı görüntüleri Şekil 2.9’da verilmiştir.

Kuru madde içeriği (%) ve ham kül oranı (%): En az 2 gr alınan öğütülmüş kuru ot numuneleri porselen krozelerine konularak hassas terazide tartıldıktan sonra 105 °C ayarlanmış etüvde 4 saat bekletilip kuru madde, sonrasında 550 °C ayarlanmış kül fırınında 4 saat yakma işlemi yapılarak ham kül tartım değerleri elde edilmiştir. Her bir uygulama sonunda desikatörde soğuyana kadar bekletilip elde edilen tartım değerlerinin oranlanmasıyla kuru madde içeriği (%) ve ham kül oranı (%) saptanmıştır (Bulgurlu ve Ergül, 1978).

ADF (Asit deterjanda çözünmeyen lif miktarı): Van Soest vd. (1991)’nin bildirdiği yöntemle göre her bir 0,3 gr örnek miktarı için 30 ml ADF çözeltisi hazırlanmış ve bu yöntemle göre analiz işlemleri uygulanarak “%” olarak hesaplanmıştır.

ADL (Asit deterjanda çözünmeyen lignin miktarı): Van Soest vd. (1991)’nin belirttikleri yöntemle göre her bir 0,3 gr örnek miktarı için 30 ml ADL çözeltisi hazırlanmış ve bu yöntemle göre analiz işlemleri uygulanarak “%” olarak hesaplanmıştır.

NDF (Nötr deterjanda çözünmeyen lif miktarı): Van Soest vd. (1991)’nin belirttikleri yöntemle göre her bir 0,3 gr örnek miktarı için 30 ml NDF çözeltisi hazırlanmış ve bu yöntemle göre analiz işlemleri uygulanarak “%” olarak hesaplanmıştır.

NYD (Nispi yem değeri): Nispi yem değeri (NYD), Van Dyke ve Anderson (2000) tarafından geliştirilen aşağıda verilen formüller yardımı ile elde edilmiştir. Sindirilebilir kuru madde miktarı (SKM) % ADF değerinden, kuru madde tüketimi (KMT) ise % NDF değerinden hesaplanmıştır.

$$NYD = \%SKM \times \%KMT \times 0,775 \quad (2.1)$$

$$\%SKM = 88,9 - (0,779 \times ADF) \quad (2.2)$$

$$\%SKM = 120 \div NDF$$

(2.3)

Ham protein oranı (%): 0,25 gr örnek numunesi tartılıp, Kjeldahl yöntemine (Kjeldahl, 1883) göre belirli işlemlere tabi tutulduktan sonra yemde azot değeri elde edilmiştir. Elde edilen bu azot değeri 6,25 (proteinlerin %16'sı azot) katsayısı ile çarpılarak yemin ham protein oranı tespit edilmiştir.



Şekil 2.8. Yem kalite analizlerine ait laboratuvar ortamı görüntüleri

2.2.5.4. Fizyolojik Ölçümler

Fizyolojik ölçümler normal yağış koşullarının bitki üzerinde etkili olmadığı, kuraklık ve sıcaklık faktörünün bir arada etkili olduğu aylarda incelenmiştir (Çizelge 2.2).

2021 yılı ilk ölçüm Ağustos ayında ikinci ölçüm Eylül ayında, 2022 yılında ise ilk ölçüm Temmuz, ikinci ölçüm Eylül ayında yapılmıştır. 2021 yılının Haziran ayı sonunda düşen yağışlar (Çizelge 2.2), ilk fizyolojik ölçüm verilerinin alınmasını geciktirmiştir.

Fizyolojik ölçümlerde bitki örneklerinin alınma metot ve yöntemi aşağıdaki konu başlıklarında ayrı ayrı belirtilmiştir. Aynı fizyolojik ölçüm parametreleri, hem sulu hem de kuru parsellerde aynı zaman diliminde ölçülmüştür. Fizyolojik ölçümler tarla koşullarında yürütüldüğü için elde edilen verilerin daha sağlıklı ve güvenilir olması için deneme alanında çekme karavan kullanılarak kısmi bir laboratuvar ortam oluşturulmuştur.

Bitki örtüsü sıcaklığı (°C): Her bir parselin bitki örtüsü sıcaklığı; kuzey, güney, doğu ve batı olacak şekilde ana yönlerden, bitki örtüsüne yaklaşık 1 m mesafeden ve 45 derece açı

ile 11:00-14:00 saatleri arasında portatif infrared termometre ile ölçülmüştür (Skovmand vd., 2001). Her türün bitkisinde rastgele olarak üç ölçüm yapıp, ortalama değer °C olarak belirlenmiştir (Şekil 2.10). Ölçüm zamanında gökyüzünde bulut ve rüzgâr olmamasına dikkat edilmiştir. İnfrared termometre tekniği, bitkiye dokunmaksızın daha doğru ve daha hızlı ölçüm yapma imkânı sağlamaktadır (Jackson,1982).



Şekil 2.9. Bitki örtüsü sıcaklığı ölçümüne ait görüntü

Stoma İletkenliği ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$): İngiliz çimiminde bayrak yaprak, yoncada en uçtaki çiçek koltuğunda yer alan yaprağın ortadaki yaprakçığı ve ak üçgül bitkisinde sürünücü ana dal üzerinden çıkan yaprağın ortadaki yaprakçığı ölçülmüştür (Şekil 2.11). Ölçümler 11:00-15:00 saatleri arasında “Decagon SC-1” taşınabilir yaprak parametresi ile her bir parselde her bir çeşidin iki bitki örneği ölçülerek, ortalaması alınmıştır ve stoma iletkenliği değeri $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ cinsinden elde edilmiştir (Pask, Pietragalla, Mullan ve Reynolds, 2012).



Şekil 2.10. Stoma iletkenliği ölçümüne ait bir görüntü

Klorofil içeriği (SPAD değeri): İngiliz çimi bitkisinde bayrak yaprağın dip kısmı, orta kısmı ve üst kısmı ölçülerek ortalama değer elde edilmiştir. Yonca bitkisinde uçtaki çiçek koltuğundan çıkan sap üzerinde yer alan yaprağın 3 adet yaprakçıkları, ak üçgül bitkisinde ise sürünücü ana dal üzerinden çıkan sapların ucunda yer alan yaprağın 3 adet yaprakçıkları ölçülerek ortalama değer alınmıştır (Şekil 2.12). Yaprakların kuru, yeşil ve sağlam olmasına ve ölçüm aletinin üst yüzeyi yukarı bakacak şekilde yerleştirilmesine dikkat edilmiştir. Güneş ışınlarının etkili olduğu saatlerde “Konica Minolta SPAD-502” portatif klorofil metre ile parsellerde her türün bitkisinden üç bitki örneği ölçülerek ortalaması alındı ve SPAD (Soil Plant Analysis Development) değeri olarak ifade edilmiştir (Pask vd., 2012).

Klorofil içeriği (SPAD değeri): İngiliz çiminde bayrak yaprağın dip kısmı, orta kısmı ve üst kısmı ölçülerek ortalama değer elde edilmiştir. Yoncada uçtaki çiçek koltuğundan çıkan sap üzerinde yer alan yaprağın 3 adet yaprakçıkları, ak üçgölde ise sürünücü ana dal üzerinden çıkan sapların ucunda yer alan yaprağın 3 adet yaprakçıkları ölçülerek ortalama değer alınmıştır (Şekil 2.12). Yaprakların kuru, yeşil ve sağlam olmasına ve ölçüm aletinin üst yüzeyi yukarı bakacak şekilde yerleştirilmesine dikkat edilmiştir. Güneş ışınlarının etkili olduğu saatlerde “Konica Minolta SPAD-502” portatif klorofil metre ile parsellerde her türün bitkisinden üç bitki örneği ölçülerek ortalaması alındı ve SPAD (Soil Plant Analysis Development) değeri olarak ifade edilmiştir (Pask vd., 2012).



Şekil 2.11. Klorofil içeriği ölçümü

Bağıl su içeriği (%): Yoncada uçtaki çiçek koltuğundan çıkan sap üzerinde yer alan yaprağın 3 adet yaprakçıkları, ak üçgölde sürünücü ana dal üzerinden çıkan sapların ucunda yer alan yaprağın 3 adet yaprakçıkları ile İngiliz çiminde bayrak yaprak incelenmiştir. Bitki

örnekleri çok küçük ebatlarda olduğundan hem sağlıklı veri elde edilmesi hem de numune kayıplarının önüne geçilmesi için plastik deney tüpleri kullanıldı. Alınan taze yapraklar hassas tartıda tartılarak taze (yaş) ağırlıkları (YA) “gr” olarak belirlendi. Sonrasında yaprak örnekleri distile su ile tamamen ıslatılmış filtre kâğıdı arasına konulup, plastik deney tüpünde ağzı açık bir şekilde 24 saat bekletilerek suya doymuş (turgor) hale getirildi. Belirtilen süre sonunda turgor haline gelmiş yaprak örneklerinin üzerinde birikmiş su anında kâğıt havlu yardımı ile silinip tartılarak turgor ağırlıkları (TA) “gr” cinsinden saptandı. En son olarak yaprak örnekleri tekrar plastik deney tüplerine konularak 70°C ayarlanmış kurutma dolabında 48 saat kurutularak kuru ağırlığı (KA) “gr” cinsinden belirlendi (Şekil 2.13). Yaprakların bağıl su içerikleri (BSİ) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Cseuz ve ark. 2002).

$$BSİ = 100 \times [(YA - KA) \div (TA - KA)] \quad (2.4)$$



Şekil 2.12. Bağıl su içeriği analizine ait görüntü

Stoma ölçümleri: Stoma ölçümlerinde yaprak örneği kalıplarının elde edilmesinde “Tırnak Cilasası Yöntemi” kullanılmıştır (Elçi, 1994; Kurt, 2008; Elçi ve Sancak, 2009). Tırnak cilasası olarak ‘Flormar’ marka tırnak cilasası kullanılmıştır. Tırnak cilasası yonca ve ak üçgülde çiçek koltuğundan çıkan üç yaprakçıktan oluşan yaprağın ortadaki yaprakçığın üst epidermisine, İngiliz çiminde ise bayrak yaprağın üst epidermisine sürülmüş ve 5–10 dakika süreyle kontrol edilerek kuruması beklenildikten sonra, şeffaf para bandı yardımıyla stoma kalıpları çıkartılıp lam üzerine yerleştirilmiştir. Elde edilen stoma kalıpları, Leica DM (2500) markalı, 10x40 büyütme bir ışık mikroskopunda incelenmiştir. Lam üzerine yerleştirilmiş stoma kalıplarının Las v4,3 bilgisayar programında 298 µm* 223 µm (yaklaşık 0,066 mm²)’lik ekran görüntüsü alınmış (Tetik ve Dardeniz, 2016) ve sonrasında stoma yoğunluğu (adet/mm²),

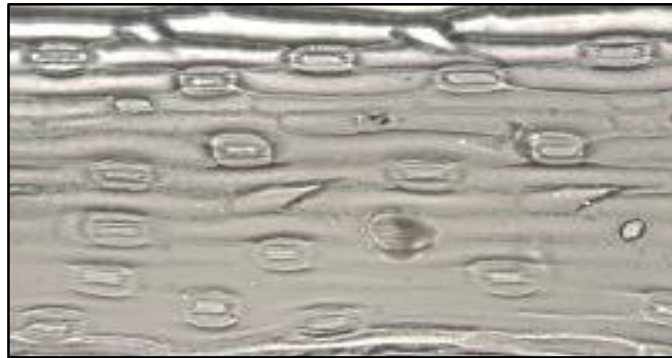
stoma eni (μm) ve stoma boyu (μm) değerleri elde edilmiştir. Her bir bitki türüne ait en az üç adet ekran görüntüsü alınmıştır.

Stomalar, epidermis hücrelerinin farklılaşmasıyla oluşan canlı yapıdaki mikroskobik gözeneklerdir. Stomaların açılıp kapanma özelliği sayesinde bitkiler nefes alarak, bitkinin fotosentez ve terleme olayları sırasında önemli rol oynamaktadır (Akman, 1985). Boso vd. (2011), stomatal özelliklerin ve davranışların yaprağın morfolojik yapısı ve anatomik yapısıyla birlikte, bitkilerin su eksikliğine verdiği tepkimelerde önemli rol oynadığını ve bu mekanizmaların sıkı bir genetik kontrol altında olduklarını ifade etmişlerdir.

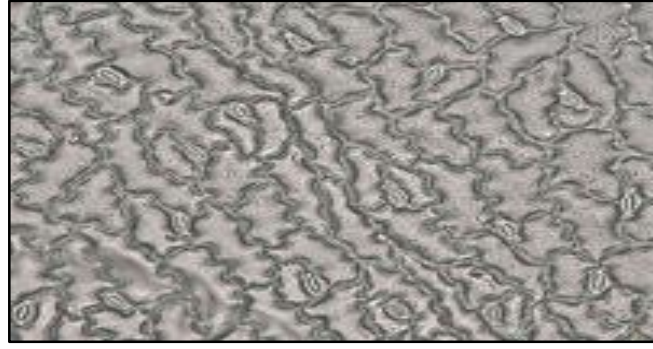


şekil 2.13. Stoma  l  mleri

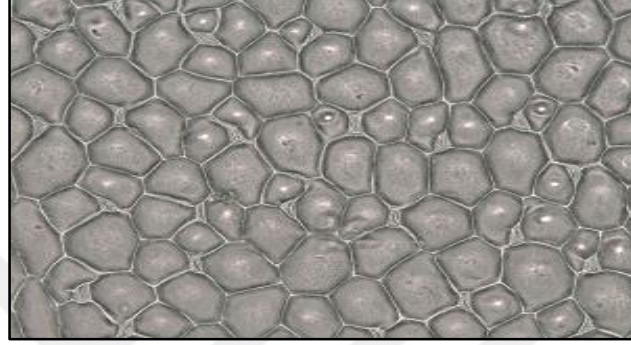
Yaprakların  st epidermisinden alınan stoma kalıplarının bitki türlerine ait ekran görüntüsü şekil 2.15, şekil 2.16 ve şekil 2.17’de verilmiştir.



şekil 2.14. İngiliz  imine ait stomaların ekran görüntüsü



Şekil 2.15. Yoncaya ait stomaların ekran görüntüsü



Şekil 2.16. Ak üçgül bitkisine ait stomaların ekran görüntüsü

Stoma Yoğunluğu (adet/mm²): Las v4,3 bilgisayar programında 298µm*223µm (yaklaşık 0,066 mm²)'lik ekran görüntüsünden elde edilen stoma sayıları 15,1 katsayısı ile çarpılarak mm²'deki stoma sayısı adet olarak verilmiştir.

Stoma Eni (µm): Las v4,3 bilgisayar programının, 298 µm* 223 µm'lik görüş alanında yer alan her bir stomanın açıklık kısmına dik uzunluğu ölçülerek ortalaması alınmış ve stoma eni değeri (µm) elde edilmiştir.

Stoma Boyu (µm): Las v4,3 bilgisayar programının, 298 µm* 223 µm'lik görüş alanında yer alan her bir stomanın açıklık kısmına paralel uzunluğu ölçülerek ortalaması alınmış ve stoma boyu değeri (µm) elde edilmiştir.

2.2.6 Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma verilerine ait tablo ve grafiklerinin oluşturulmasında “Ms Excel” programı kullanılmıştır. Elde edilen verilerde JMP istatistik paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farkların istatistiksel olarak önemi LSD (en küçük önemli fark) testi ile belirlenmiştir (Düzgüneş, Kesici, Kavuncu ve Gürbüz, 1987). Uygulama konuları arasındaki fark önemli olduğunda, bu farklılık; LSD (Asgari önemli fark) yöntemiyle gruplandırılarak ortaya konmuş ve ana etkiler ve/veya interaksiyonlar anlamlıysa %5 anlamlılık seviyesinde değerlendirilmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

3.1. Ot Verimleri

3.1.1. Yeşil Ot Verimleri (kg/da)

2021 ve 2022 yıllarında biçim toplamlarından elde edilen iki yıl birleştirilmiş toplam yeşil ot verim değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.1’de, toplam yeşil ot verim değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. İki yıl birleştirilmiş toplam yeşil ot verim değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Uygulama konuları	SD	Kareler ortalaması	F hesap	Prob> F
Yıl	1	2796203	139,6947	<.0001**
Tekerrür[Yıl]	6	16283,5	0,8135	0,5957
S (Su konusu)	1	27210000	1359,521	<.0001**
YxS	1	168338	8,4099	0,0273*
Hata 1	6	20016,5	0,6745	0,6706
SxKŞ	5	331100	11,1572	<.0001**
Yıl x S x KŞ	5	551223	18,5748	<.0001*
Hata 2	60	29676		
Genel	95			
VK (%)			8,8	

SD: Serbestlik derecesi, VK: Varyasyon katsayısı. * ($p<0.05$), ** ($p<0.01$).

Çizelge 3.1 incelendiğinde, YxS interaksiyonunun yeşil ot verimi üzerine etkisinin %5 düzeyinde önemli, diğer uygulama konularının etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.2. İki yıl birleştirilmiş toplam yeşil ot verim değerleri (kg/da) ve önemlilik grupları

Uygulama Konuları	Toplam yeşil ot verimi (kg/da)				Ortalama yeşil ot verimi (kg/da)			
Su konusu (S)	Yıl x S x KŞ ⁺				S x KŞ ⁺			
	Sulu	Kuru	Sulu	Kuru	Sulu	Kuru		
Yıl	2021		2022		Birleştirilmiş yıl			
Karışım Şekli (KŞ)	Y	2189 e	1491g-j	3739 a	1637 f-ı	Y	2964 a	1564 de
	A	3556 a	2229 de	1552 f-j	1053 k	A	2554 b	1641 d
	İ	2468 d	1578 f-j	1696 fgh	752 l	İ	2082 c	1165 f
	Yİ	2749 c	1455 hij	3033 b	1397 ij	Yİ	2891 a	1426 e
	Aİ	2360 de	1360 j	1761 f	1015 k	Aİ	2061 c	1188 f
	YAİ	2409 de	1731 fg	2404 de	1440 ij	YAİ	2407 b	1586 de
Ort.	Yıl x S*	2622 A	1641 C	2364 B	1216 D	S*	2493 A	1428 B
	Yıl	2131 A		1790 B				
LSD değerleri		Yıl:70,7; YılXS: 99,9; YılXSxKŞ: 243,7				S:70,7; SxKŞ:172,3		

* Aynı interaksiyonlarda aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları %5 ihtimal sınırları içerisinde farksızdır.

* Aynı interaksiyonlarda aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları %5 ihtimal sınırları içerisinde istatistiksel olarak birbirlerinden farksızdır.

Çizelge 3.2’de yıl konusu incelendiğinde, ölçüm yapılan yıllara ait yeşil ot verim ortalamalarının farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. İlk verim yılında tüm karışım ve su konusu uygulamalarının ortalamasına ait yeşil ot verimi 2131 kg/da, bu değer ikinci verim yılında 1790 kg/da ile azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Avcı (2000), Çukurova koşullarında yapay mera oluşturmak için çok yıllık baklagil (yonca, ak üçgül ve çayır üçgülü) ve buğdaygil yem bitkileri (İgiliz çimi, kamışsı yumak) karışımlarını incelemiş ve ikinci yılın tesis yılına oranla daha az yeşil ot verim ortalaması elde ettiğini saptamıştır. Denemenin ikinci yılındaki verim düşüklüğüne sebep, araştırmanın yürütüldüğü yıllarda düşen toplam yağış miktarı ve yağışın aylar arasındaki farklılıklarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (Çizelge 2.2). Kurt (2016), yıllar arasındaki düşen yağış miktarı ve yağışın aylara dağılımındaki farklılıkların vejetasyonun veriminde etkili olduğunu ifade etmiştir.

Birleştirilmiş yıl toplam verim ortalamalarında su konusu (S) ele alındığında, sulama yapılan parsellerden ortalama 2493 kg/da, sulama yapılmayan parsellerden ise ortalama 1428 kg/da yeşil ot verimi elde edilmiştir (Çizelge 3.2). İki yıllık ortalama göre sulama yapılan parsellerde tür ve karışımların toplam yeşil ot verimleri 2061 kg/da ile 2964 kg/da kuru tarım yapılan parsellerde ise 1165 kg/da ile 1586 kg/da arasında değişmiştir. Kuraklığa karşı bitkilerin oluşturduğu morfolojik olarak ilk savunma mekanizması yaprak alanındaki azalmanın yanında hem dalların büyümesi hem de dal sayısının azalmasıdır (Taiz ve Zeiger, 2008). Bu sebepten dolayı kuru tarım yapılan parsel ortalamalarında verim düşüklüğü olduğu belirlenmiştir. Yaz döneminde yüksek sıcaklıklar ve topraktaki nem yetersizliği, serin mevsim bitkilerinde gelişmenin durmasına sebep olduğundan (Gökkuş ve Koç, 2001), kuru tarım yapılan parsellerde daha düşük verim elde edilmesine sebep olmuştur. Bu açıklamalardan da anlaşılabacağı üzere sulu ve susuz koşullarda yapılan denemeler arasında farklılık olması beklenen (Ünal vd., 2023) bir sonuç olduğu düşünülmektedir.

Su açığına neden olan kuraklık stresi, dünya çapında tarımsal üretimi ve verimliliği etkileyen en önemli çevresel streslerden biridir ve önemli ölçüde verim düşüşüne neden olabilir. Hem uzama hem de genişleme büyümesini etkiler (Anjum, Yaseen, Rasul, Wahid ve Anjum, 2003).

Denemenin yürütüldüğü yıllara ait “YxS” interaksiyonun da tüm karışım ortalamalarına ait en fazla yeşil ot verimi, ilk verim yılında sulama yapılan parsel ortalamalarından alınmıştır (Çizelge 3.2). Sulu koşullarda ilk verim yılında 2622 kg/da, araştırmanın ikinci yılında 2364 kg/da, kuru koşullarda ise 2021 yılında yeşil ot verimi 1641 kg/da, 2022 yılında ise 1216 kg/da

olarak belirlenmiştir. Her iki su konusunda da ikinci yıl daha düşük verim sonuçları elde edilmiştir. Bu duruma sebep, araştırmanın yürütüldüğü yıllar arasında düşen toplam yağış miktarı farklılıklarından kaynaklanmış olabileceğidir (Çizelge 2.2). Atış (2006), ak üçgül ile karışıma girebilecek çok yıllık buğdaygil yem bitkilerinin belirlenmesi maksadıyla yürüttüğü çalışmada, ikinci verim yılının birinci verim yılına oranla yeşil ot verim ortalamasının daha az olduğunu ifade etmişlerdir.

Çizelge 3.2’de, SxKŞ interaksyonu incelendiğinde birleştirilmiş yıllara ait en fazla toplam yeşil ot verimi yalın yonca (Y; 2964 kg/da) ile yonca + İngiliz çimi (Yİ; 2891 kg/da) karışım şekline ait sulama yapılan parsellerden elde edilmiştir. Kuru parsellerde ise en fazla yeşil ot verim ortalaması 1641 kg/da ile yalın aküçgül, 1586 kg/da ile yonca + ak üçgül + İngiliz çimi (YAİ) ve 1564 kg/da ile yalın yonca karışım şeklinden elde edilmiştir. Her iki su konusunda en düşük yeşil ot veriminin yalın ak üçgül ile ak üçgül +İngiliz çimi karışım şeklinden elde edildiği tespit edilmiştir.

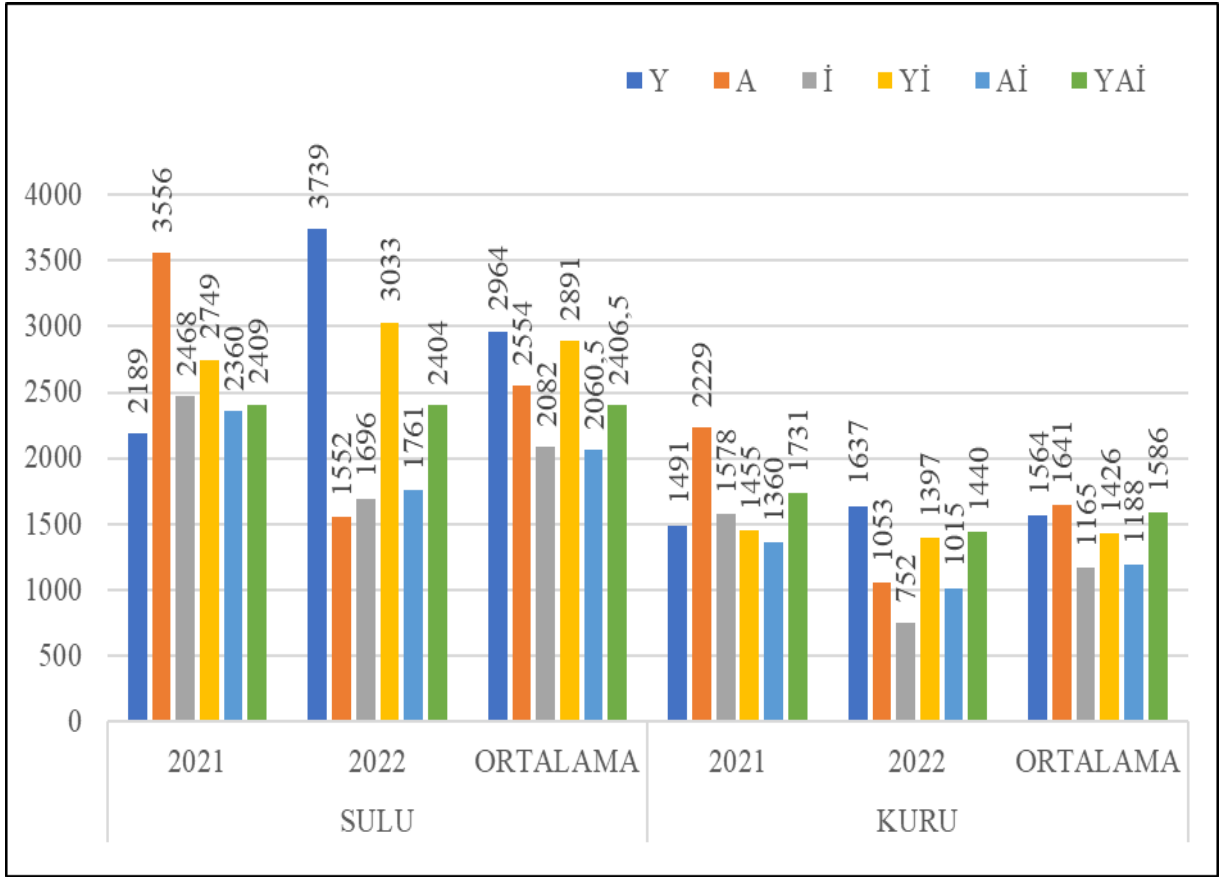
Çizelge 3.2’de “YılxSxKŞ” interaksyonların da en fazla yeşil ot verimi 2021 yılında 3556 kg/da verim ile yalın ak üçgül (A), 2022 yılında ise 3739 kg/da verim ile yalın yonca (Y) karışım şekline ait sulu parsellerden elde edilmiştir. Sulama yapılmayan parsellerde en yüksek verimin 2021 yılında yalın ak üçgül (A:2229 kg/da), 2022 yılında ise yalın yonca (Y:1637 kg/da) ile üçlü karışım şeklinden (YAİ:1440 kg/da) elde edilmiştir.

Yoncanın ikinci verim yılında kuvvetli gelişmesi, bitkinin kazık kök sistemine sahip olmasından kaynaklı yaz periyodunda artan sıcaklık değerlerini daha iyi tolere etmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Lara ve Alborno (2023), yoncanın (*Medicago sativa*) mükemmel besin kalitesinin yanında yüksek verim potansiyeline sahip, iyi yönetimle kalıcılığının artırabilen ve kökünün özellikleri nedeniyle de kurak dönemleri tolere edebilen çok yıllık bir baklagil yem bitkisi olduğunu ifade etmişlerdir.

Ak üçgülün ilk yıl adaptasyon kabiliyetinin yüksek olmasından kaynaklı yüksek yeşil ot verimi elde edildiği ve bu durumun her iki su konusunda yıl ortalamasını yükselttiği düşünülmektedir (Çizelge 3.2).

Sanderson ve Elwinger (1999) ak üçgül bitkilerinin ilk hasatta daha fazla yaprak kütlesi verdiğini, yaprak sapları daha uzun olduğunu, karışım halinde yetiştirilen ak üçgüle oranla daha fazla büyüme noktasına sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

2021 ve 2022 yılları toplam yeşil ot verimleri ve yıl ortalamalarına (kg/da) ait grafik Şekil.3.1’de verilmiştir.



Şekil.3.1. 2021 ve 2022 yılları toplam yeşil ot verimleri ve yıl ortalamaları (kg/da)

Şekil 3.1 incelendiğinde, her iki su konusunda yoncanın ilk hasat yılına göre ikinci yıl daha fazla yeşil ot verimi elde ettiği tespit edilmiştir. Bu artış sulu koşullarda %70, kuru koşullarda %10 olarak saptanmıştır. Artan (2019) yürüttüğü benzer çalışmada, denemenin ilk yılında 2021 kg/da ikinci yılında ise 3571 kg/da yeşil ot verimi elde etmiş olduğu yonca bitkisine ait sonuçlar, sulu tarım yapılan parsellere ait yalın yonca sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir (Çizelge 3.6). Çınar (2012) ve Artan (2019) yonca ile ilgili yürüttükleri benzer çalışmada, yoncanın ilk yıl ortama yeterince adapte olamamasından dolayı daha az yeşil ve kuru ot verimi verdiğini ifade etmişlerdir. Açıkgöz (2021), yoncanın asıl veriminin ikinci yıldan sonra başladığının bildirmiştir. Kazık kök yapısına sahip yoncanın ilk tesis yılında toprak üstü kütle artışından çok gelecek neslini devam ettirmek için toprak altı kök ve sürgün gelişimini arttırması eğiliminde olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hamidi ve Safarnejad (2010), yoncanın, geniş ve derin kök sistemine sahip önemli bir yem ürünü olduğunu ve bu avantajı bitkinin yeniden büyüme sürecine zarar vermeden uzun süreli kuraklığı tolere etmesini sağladığını, bu sayede yonca bitkisinin kurak ve yarı kurak bölgelere yetiştirilen önemli bir yem

bitkisi olduğunu ifade etmişlerdir.

Ak üçgül ilk tesis yılında aldığı yeşil ot verim performansını, her iki su konusunda ikinci yıl yakalayamamıştır. Bu verim düşüklüğü sulu koşullarda %56, kuru koşullarda %52 olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.1). Ak üçgülün genetik özelliğinden kaynaklı stolonlu bir gövde yapısına sahip olması, bitkinin geleceğini sürdürebilmek için ikinci yıl stolon atarak “yaprak/sap” oranını azaltmasından kaynaklanmış olabileceğidir. Zimkova ve Smajstrla (1993)’da ak üçgülün ilk tesis yılında yüksek verim performansı sergilediğini, ikinci verim yılında ise kurak geçen yaz periyodunda zarar gördüğünü ve verim değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir.

Karsten ve MacAdam (2001), ak üçgül bitkisinin kurak koşullar altında yapraklarının döktüğünü, büyümeyi durdurarak stolonlarında daha fazla karbonhidrat ihtiva ettiklerini ifade etmişlerdir.

İngiliz çimine (İ) ait yeşil ot veriminin, ilk tesis yılının aksine hem sulu hem de kuru koşullar altında ikinci yıl daha düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.1). Bu verim düşüklüğü sulu koşullarlarda %31, kuru koşullarda %52 olarak belirlenmiştir. Bu verim düşüklüğüne çimlerin belli gelişme dönemlerinde azotlu gübrelemeye ihtiyaç duymasından kaynaklanmış olabilir. Mwenda, Maass, Njenga ve Notenbaert (2019), çok yıllık çimin toprak nemi ve mevcut azotun sınırlayıcı olmadığı durumlarda yüksek verim verdiğini, fakat aksi durumda zayıf büyümeden büyük ölçüde sorumlu olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca bu bitkinin her iki su konusunda ikinci yıl yeşil ot veriminin karışım olarak ekimlerinden daha düşük olduğu Şekil 3.1’ de tespit edilmiştir.

Lazaridou ve Vrahnakis (2005), karışım halinde yetiştirilen çimler, saf hallerine göre daha iyi performans gösterdiğini ifade etmiş olup çalışmamızca da bu durum benzerlik göstermektedir. Buna sebep karışıma girdiği baklagil familyasına ait N fiksasyonunun çimlerin gelişimi üzerinde olumlu etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Altın vd. (2005) birbirlerine uyum sağlayan karışım bitkilerinde, baklagil köklerinde bağlanan azotun buğdaygiller üzerinde etkisinin daha belirgin olduğunun ifade etmişlerdir.

3.1.2. Kuru Ot Verimleri (kg/da)

2021 ve 2022 yıllarında biçim toplamlarından elde edilen iki yıl birleştirilmiş toplam kuru ot verim değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.3’de, toplam kuru ot verim değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. İki yıl birleştirilmiş toplam kuru ot verim değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Uygulama Konuları	SD	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Prob> F
Yıl	1	735175	130,2348	<.0001**
Tekerrür[Yıl]	6	1293,91	0,2292	0,9519
Su konusu (S)	1	3767149	667,343	<.0001**
Yıl x S	1	931,26	0,165	0,6987
Hata 1	6	5645	1,4498	0,211
S*KŞ	5	52553	13,497	<.0001**
Yıl x S x KŞ	5	60592,4	15,5617	<.0001**
Hata 2	60	3894		
Genel	95			
VK(%)			7,6	

SD: Serbestlik derecesi, VK: Varyasyon katsayısı. * (p<0.01).

Çizelge 3.3 incelendiğinde yıl x su konusu interaksyonunun kuru ot verimi üzerine etkisi önemsiz, diğer uygulama konularının etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.4. İki yıl birleştirilmiş toplam kuru ot verim değerleri (kg/da) ve önemlilik grupları

Uygulama Konuları		Yıl x S x KŞ				S x KŞ +	
Su konusu (S)		Sulu	Kuru	Sulu	Kuru	Sulu	Kuru
Yıl (Y)		2021		2022		2021-2022	
Karışım Şekli (KŞ)	Yonca (Y)	899 f	657 ij	1330 a	693 ghi	Yonca (Y)	1115 b
	Ak üçgül (A)	1033 de	602 jk	543 kl	454 mn	Ak üçgül (A)	787,5 d
	İngiliz çimi (İ)	1085 cd	663 hj	765 g	366 n	İngiliz çimi (İ)	925 c
	Yİ	1328 a	746 gh	1212 b	623 ijk	Yİ	1270 a
	Aİ	1166 bc	703 ghi	776 g	480 lm	Aİ	971 c
	YAİ	1167 bc	892 f	965 ef	635 ij	YAİ	1066 b
Yıl x S		1113	711	932	542	S*	1022 A
Yıl*		912 A		737 B			
LSD değerleri		Yıl: 37,5; S: 37,5; S x KŞ:62,4; Yıl x S x KŞ: 88,3					

* Aynı interaksyonlarda aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları %5 ihtimal sınırları içerisinde farksızdır.

+ Aynı interaksyonlarda aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 ihtimal sınırları içerisinde istatistiksel olarak birbirlerinden farksızdır.

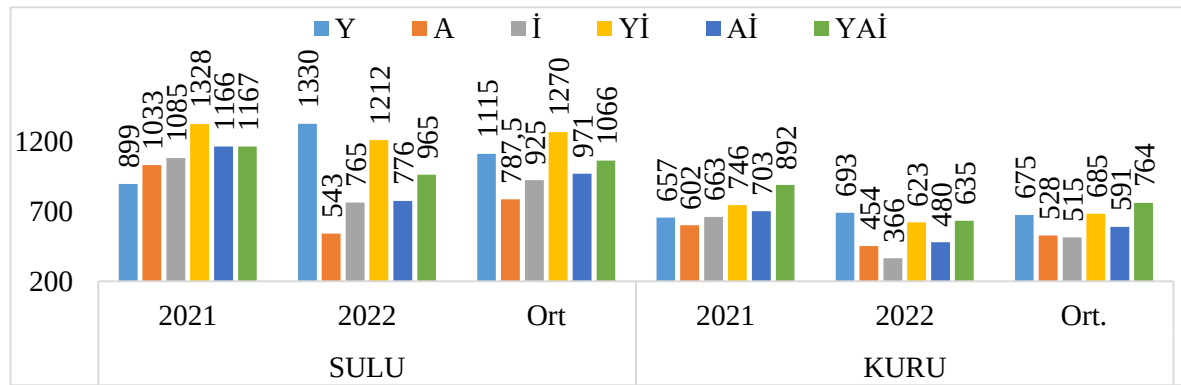
Çizelge 3.4’de yıl konusu incelendiğinde, ilk verim yılında tüm karışım ve su konusu uygulamalarının ortalamasına ait toplam kuru ot verimi 912 kg/da bu değer ikinci verim yılında 737 kg/da ile azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Denemenin ikinci yılındaki verim düşüklüğü, araştırmanın yürütüldüğü yıllarda düşen toplam yağış miktarı farklılıklarından kaynaklanmış olabilir (Çizelge 2.2). Şen vd. (2022), yıllık ortalama yağış miktarındaki küçük değişikliklerin üretkenlik üzerinde büyük etkiye sahip olabileceğini ifade etmişlerdir.

Birleştirilmiş yıl toplam verim ortalamalarında su konusu ele alındığında, sulama yapılan parseller ortalamalarından 1022 kg/da, sulama yapılmayan (kuru) parsel ortalamalarından ise 626 kg/da kuru ot verim elde edilmiştir (Çizelge 3.4). Bitkilerde verimi etkileyen birçok süreç su stresine tepki verir ve verim bu süreçlerin çoğunu karmaşık bir şekilde bütünleştirir (Murtaza vd., 2016). Kuru ot veriminde her iki yılda da sulama yapılmayan parsellerde önemli verim kayıpları olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.4). Kuraklık, bitkinin su durumunu bozarak büyümesini ve gelişmesini etkileyen en önemli çevresel stres etkenidir (Sun vd., 2018).

Çizelge 3.4’de, “S x KŞ” interaksyonu incelendiğinde birleştirilmiş yıllara ait en fazla toplam kuru ot verimi yonca x İngiliz çimi (Yİ; 1270 kg/da) ikili karışım şekline ait sulama yapılan parsellerden elde edilmiştir. Kuru parsellerde ise en fazla kuru ot verimi üçlü karışım şekline (YAI; 764 kg/da) ait parsellerde saptanmıştır.

Çizelge 3.4’de yıl birleştirilmesinde, “Yıl x S x KŞ” interaksyonunda en fazla toplam kuru ot verimi; 2021 yılında sulu tarım yapılan parsellerde 1328 kg/da ile “Yİ” karışım şekli, 2022 yılında sulu tarım yapılan parsellerde 1330 kg/da ile yalın yonca (Y) karışım şekline tespit edilmiştir. Kuru tarım yapılan parsellerde en yüksek kuru ot veriminin 2021 yılında “YAI” üçlü karışımından (892 kg/da), 2022 yılında ise yalın yonca (693 kg/da), “YAI” üçlü karışım (635 kg/da) ile “Yİ” ikili karışımından (635 kg/da) elde edilmiştir.

2021 ve 2022 yılları toplam kuru ot verimleri ve yıl ortalamalarına (kg/da) ait grafik Şekil.3.2’de verilmiştir



Şekil 3.2. 2021 ve 2022 yılları toplam kuru ot verimleri ve yıl ortalamaları (kg/da)

Şekil 3.2 incelendiğinde kuraklığın bitki vejetasyonunda önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Şen (2021), yağış ve sıcaklık anormallikleri uzun vadede bitki yaşamını olumsuz yönde etkileyerek verimde önemli azalmalara ve hatta verim kayıplarına neden

olabileceğini ifade etmiştir. Yonca bitkisinin ikinci hasat sezonunda ilk hasat sezonundan daha fazla kuru ot verimi elde edildiği tespit edilmiştir (Çizelge 3.2). Bu artış oranı sulu koşullarda %47, kuru koşullarda %5 olduğu tespit edilmiştir. Çınar (2012) ve Artan (2019) yonca ile ilgili yürüttükleri benzer çalışmada, yonca bitkisinin ilk yıl ortama yeterince adapte olamamasından dolayı daha az yeşil ve kuru ot verimi verdiğini ifade etmişlerdir. Yoncanın her iki su konusunda 2021 yılında karışım olarak ekimlerden daha düşük verim performansı sergilerken, 2022 yılında karışımlardan daha yüksek kuru ot verimi elde edildiği tespit edilmiştir (Şekil 3.2)..

İngiliz çiminin her iki su konusunda da ikinci yıl kuru ot veriminin düştüğü ve düşüşün sulu parsellerde %30, kuru parsellerde %49 civarında olduğu tespit edilmiştir. İngiliz çiminin yalın ekiminden elde edilen kuru ot verimi, karışım olarak ekimlerine oranla daha düşük olduğu (Çizelge 3.4) tespit edilmiştir. Buna sebep, İngiliz çiminin baklagil bitkileri ile girdiği karışımlarda, baklagillerin köklerin de bulundurduğu nodüller sayesinde havadaki serbest azotu hem kendi hem de karışım bitkisinin gelişimi için kullanmasından kaynaklanmış olabilir (Hennessy vd., 2020). Duchini vd. (2018), çok yıllık çimin yıl boyunca yüksek kardeşlenme hızına sahip olduğunu ve bu durumun devam etmesi için sürekli olarak uygun koşullarda su ve besin girdisine ihtiyaç duyduğunu ifade etmişlerdir. Azot (N) gübrelemesinin kullanımı kuru madde veriminin artmasına katkıda bulunur, ancak aynı zamanda baklagil içeriği üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğu için (Soegaard ve Nielsen, 2012) deneme alanında ekim sonrasında tüm parsellerde gübreleme uygulaması yapılmamıştır. Kuru tarım yapılan parsellerde mono kültür yonca ve yonca + İngiliz çimi karışımları, mono kültür İngiliz çiminden daha yüksek kuru ot verimine sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.2). Benzer sonuçlar Foster, Vera, Malhi ve Clarke (2014) tarafından da tespit edilmiş olup, monokültür çim kuru ot verimlerinde düşüşe sebep, çim alanlarındaki toprak N'nin tükenmesine atfedilebilir olduğunu ifade etmişlerdir. Gübrenmemiş toprakta yetiştirilen yem karışımlarına baklagil eklenmesi yem verimini önemli ölçüde artırdığı ve mono kültür ekimlerden daha yüksek kuru ot verimi alındığı tespit edilmiştir (Hennessy vd., 2020).

Ak üçgülün ilk ürün hasadında yüksek kuru ot verimi verdiği sonraki yıl her iki su konusunda veriminde düşüş sergilediği ve bu düşüşün sulu koşullarda %38, kuru koşullarda %25 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.2). Ak üçgül bitkisinin tesis yılında daha fazla yeni sürgün ve yaprak oluşturma eğiliminde olması sonraki yıllarda bu gelişimini sürününücü bir gövde yapısından kaynaklı stolan atarak gerçekleştirmesi sonucunda ikinci yıl verim düşüşlerine sebep olduğu düşünülmektedir. Karsten ve MacAdam (2001), ak üçgülün kurak koşullar altında yapraklarının döktüğünü, büyümeyi durdurarak stolonlarında daha fazla

karbonhidrat ihtiva ettiklerini ifade etmişlerdir.

3.2. Ot Katı Yüksekliği (cm)

Araştırma konularından elde edilen birleştirilmiş yıllar ot katı yüksekliği veri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.5’de, ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları Çizelge 3.6’da verilmiş olup uygulama konularında su konusunun dahil olduğu interaksyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.5. Birleştirilmiş yıllar ot katı yüksekliğine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F hesap	Prob> F
Yıl	1	287,094	80,7079	0,0001**
Tekerrür[Yıl]	6	9,68071	0,4561	0,819
Su konusu (S)	1	568,674	159,8658	<,0001**
Yıl x S	1	70,2235	19,7412	0,0044**
Hata 1	6	21,2237	2,4553	0,0344
Karışım şekli (KŞ)	5	13715,3	1904,046	<,0001**
Yıl x KŞ	5	672,937	93,4213	<,0001**
S*KŞ	5	216,745	30,0898	<,0001**
Yıl x S x KŞ	5	103,499	14,3683	<,0001**
Hata 2	60	86,439		
Genel	95	15925,4		
Varyasyon Katsayısı (%)			3,47	

SD: Serbestlik derecesi; VK: Varyasyon katsayısı. ** ($p<0.01$).

Çizelge 3.5 incelendiğinde, iki yıl birleştirilmiş ot katı yüksekliği ortalamalarının tüm uygulama konularına etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.6. Birleştirilmiş yıllar ot katı yüksekliğine ait değerler (cm) ve önemlilik grupları

Uygulama Konuları		Yıl x S x KŞ+					S x KŞ+	
Yıl (Y)		2021		2022		2021-2022		
Su konusu (S)		Sulu	Kuru	Sulu	Kuru	KŞ	Sulu	Kuru
Karışım Şekli (KŞ)	Yonca (Y)	49,7 c	45,6 de	54,9 b	43,6 fg	Yonca (Y)	52,3 a	44,6 b
	Ak üçgül (A)	18,6 o	14,7 p	12,3 q	12,0 q	Ak üçgül (A)	15,5 ı	13,3 j
	İngiliz çimi (İ)	57,0 a	50,6 c	45,0 ef	34,1 ı	İngiliz çimi (İ)	51,0 a	42,3 c
	Yİ	42,0 g	39,3 h	47,1 d	35,0 ı	Yİ	44,5 b	37,1 d
	AI	29,4 kl	28,3 l	25,7 m	23,8 n	AI	27,6 g	26,1 h
	YAI	30,4 jk	29,6 kl	31,9 j	28,6 l	YAI	31,1 e	29,1 f
Yıl x S*		37,9 A	34,7 C	36,2 B	29,5 D	S*	37,0 A	32,1 B
Yıl*		36,3 A		32,8 B				
LSD değerleri		Yıl:0,95; S:0,95; Yıl x S:1,34; S x KŞ:1,2; Yıl x S x KŞ:7,7						

* Aynı yıl, aynı interaksyonlarda aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

* Aynı yıl, aynı interaksyonlarda aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Çizelge 3.6’da denemenin yürütüldüğü yıllar tüm ortalamalara ait ot katı yüksekliği

değerleri istatistiksel olarak farklı olup, 2021 yılında 36,3 cm ve 2022 yılında 32,8 cm olarak belirlenmiştir. 2022 yılında ot katı yüksekliğinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılındaki boy kısalığına sebep, araştırmanın yürütüldüğü yıllarda düşen toplam yağış miktarı ve sıcaklık değerleri farklılıklarından kaynaklanmış olabileceğidir (Çizelge 2.2). Ünal vd. (2023), bitki boyunun yıllık yağış rejimine göre değişiklik gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Birleştirilmiş yıllar ot katı yüksekliğine sulamanın etkisi incelendiğinde, sulama yapılan parsellerde ortalama 37,0 cm, kuru parsellerde ise ortalama 32,1 cm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.12). Sulamanın ot katı yüksekliği üzerine olumlu etkisinin olduğu söylenebilir. Murtaza vd. (2016), kuraklık stresinin, bitkinin yaprak boyutunu yanında, gövde uzamasını ve kök çoğalmasını azalttığını, bitkinin su ilişkilerini bozduğunu ve su kullanım verimliliğini düşürdüğünü ifade etmişlerdir.

Birleştirilmiş yıllar ot katı yüksekliğine “SxKŞ” interaksyonunun etkisi incelendiğinde, en yüksek değerin sulanan parsellerde yoncanın yalın ekimi (52,3 cm) ile İngiliz çiminin yalın ekimine (51,0 cm) ait ortalamalarda saptanmıştır. Kuru tarım yapılan parsellerde ise en yüksek değerin yalın yonca ekiminin (44,6 cm) veri ortalamalarından elde edilmiştir (Çizelge 3.6). Yonca ve İngiliz çiminin dikey yükselme habitusuna sahip olması ot katı yüksekliğini artırdığı düşünülmektedir. Yonca ve İngiliz çiminin dahil olduğu karışımlarda ot katı yüksekliğinin yalın ekimlerinden daha düşük olmuştur. Her iki su konusunda da ak üçgülün horizontal bir habitusa (stolonlu gövde) sahip olması, bitkinin ot katı yüksekliğinin düşürmüş olup, dahil olduğu karışımlarda da karışım parseline ait ot katı yüksekliğini indirgediği belirlenmiştir. Ancak, stolonlu gövde şekli mera alanlarının dayanıklılığı ve devamlılığı açısından mera karışımlarında bulunması önemlilik (Woodfield vd,2023) arz etmektedir.

Çizelge 3.6’da “Yıl x S x KŞ” interaksyonu incelendiğinde, en fazla ot katı yüksekliği 2021 yılında sulanan parsellerde İngiliz çiminin yalın ekiliş ölçüm ortalamalarından (57,0 cm), 2022 yılında ise sulanan parsellerde yoncanın yalın ekiliş ölçüm ortalamalarından (54,9 cm) elde edilmiştir. İngiliz çiminin ilk ölçüm yılında yüksek adaptasyon kabiliyeti yanında topraktaki bitki besin maddelerini en üst seviyeden kullanıyor olması sonucu, bitki boyunun ve yeşil aksam oluşumunun olumlu yönde etkilendiği düşünülmektedir. Ayrıca ikinci yıl İngiliz çimine azot gübreleme uygulamasının yapılmaması bitkinin gelişimini olumsuz etkilemiş olabilir. Açıkgöz (2021) bitkilerde ilk biçimden sonra yapılan gübre uygulamaları etkisini diğer ölçümlerde gösterdiğini belirtmiştir. Yoncanın 2021 yılı ot katı yüksekliğinin 2022 yılına göre düşük olmasında, bitkinin ilk yıl adaptasyon kabiliyetinin düşük olmasının yanında bitkinin

daha çok kök sistemini geliştirmesinden kaynaklanmış olabilir. Benzer durum bitkinin verim performansında da tespit edilmiştir (Çizelge 2). Ak üçgülün yalın ekilişlerinde ilk yıl elde ettiği ot katı yüksekliği verilerini daha sonraki yıl yakalayamaması, ak üçgülün ikinci verim yılında daha çok stolon atarak yana yatık büyüme sergilemesiyle açıklanabilir.

Çınar (2012) ve Artan (2019) yonca bitkisi ile ilgili yürüttükleri çalışmada, yonca bitkisinin ilk yıl ortama yeterince adapte olamamasından dolayı daha az yeşil ot ve daha düşük ot katı yüksekliği verdiğini ifade etmişlerdir. Ak üçgül bitkisinin stolonlu bir gövde yapısına sahip olmasından dolayı hem tekli hem de dahil olduğu ikili, üçlü karışım şekillerinde ortalama ot katı yükseklik değerlerini düşürdüğü düşünülmektedir (Çizelge 3.6). Atış (2006), ak üçgül bitkisi ile ilgili yürüttüğü benzer çalışmada, bitki boyunun biçimler ilerledikçe önemli oranda azalma gösterdiğini, birinci biçimde 28,3 cm, ikinci biçimde 25,4 cm ve üçüncü biçimde 13,7 cm olarak gerçekleştiğini belirtmiştir. Bu değerlerin çalışmamızda yer alan yalın ak üçgül bitkisine ait değerlerden farklı olduğu, bu farklılıkların çeşitlerin genetik yapısının yanı sıra toprak, iklim ve çevre koşulları değişkenliğinden de kaynaklandığı düşünülmektedir. Serin ve Tan (2001)'ın bildirdiğine göre, ak üçgül bitkisinin sıcak ve kurak şartlarda canlılığını devam ettirmek için dormant hale geçtiğini bitki boyunun ilk iki biçime göre daha kısa boylu olduğunu ifade etmişlerdir.

3.2. Kalite Analizleri

Hasat edilen yem örnekleri usulüne uygun yöntemle kurutulduktan sonra öğütülerek kalite analizleri için hazır hale getirilmiştir. Kimyasal yöntemler kullanılarak yapılan kalite analizleri; stres altındaki koşullarda yemin yıllara ve yıl içerisindeki biçimlere göre besin içeriklerini saptamak amacıyla yürütülmüştür.

3.3.1. Kuru Madde İçeriği (KM; %)

Kuru madde, hasat edilen bitki numunelerinin belirli yöntemlerle kurutularak, su haricinde arta kalan kısmıdır. Kuru madde, belirli bir yem numunesinde hayvanın kullanabileceği besin miktarını gösterir ve yemin kuru madde kısmında besin maddeleri (enerji, protein, mineraller ve vitaminler) bulunur (Tuğrul ve Bozbay, 2023).

Araştırma konularından elde edilen birleştirilmiş yıllar kuru madde içeriği (KM) verileri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.7'de, ortalama değerler ve önemlilik grupları Çizelge 3.8'de verilmiş olup uygulama konularında su konusunun dahil olduğu interaksiyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.7. Birleştirilmiş yıllar kuru madde içeriğine (%) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalaması	F hesap	Prob> F
Yıl	1	175,484	815,706	<,0001**
Tekerrür[Yıl]	6	1,27554	0,9909	0,5043
Su konusu (S)	1	135,978	632,069	<,0001**
Yıl x S	1	1,37551	6,3938	0,0453*
Hata 1	6	1,28731	1,3976	0,2305
Karışım Şekli (KŞ)	5	67,0358	87,332	<,0001**
Yıl x KŞ	5	35,7288	46,546	<,0001**
S*KŞ	5	0,47629	0,6205	0,6846
Yıl x S x KŞ	5	5,12217	6,6730	<,0001**
Hata 2	60	9,21114		
Genel	95	435,949		
VK (%)				0,43

SD: Serbestlik derecesi; VK: Varyasyon katsayısı, * ($p<0.05$), ** ($p<0.01$).

Çizelge 3.7 incelendiğinde, iki yıl birleştirilmiş kuru madde içeriği ortalamalarının “S x KŞ” interaksiyonunda önemsiz olduğu ancak LSD testi küçük farkları anlamlı bulduğundan testte farklı harflendirilmeler saptanmıştır (Çizelge 3.8). Diğer uygulama konuları %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama konularında su konusunun dahil olduğu interaksiyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.8. Birleştirilmiş yıllar kuru madde içeriğine ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları

Uygulama Konuları		Yıl x S x KŞ+					S x KŞ+	
Yıl (Y)		2021		2022			2021-2022	
Su konusu (S)		Sulu	Kuru	Sulu	Kuru	KŞ	Sulu	Kuru
Karışım Şekli (KŞ)	Yonca (Y)	89,7 f	87,0 h	93,7 a	91,4 d	Yonca (Y)	91,7 b	89,2 e
	Ak üçgül (A)	88,8 g	86,4 j	90,7 e	88,1 h	Ak üçgül (A)	89,8 d	87,2 g
	İngiliz çimi (İ)	90,6 e	88,8 g	92,6 b	89,7 f	İngiliz çimi (İ)	91,6 b	89,3 e
	Yİ	90,5 e	87,1 i	93,8 a	92,0 bc	Yİ	92,2 a	89,6 de
	Aİ	90,6 e	87,9 h	91,5 d	89,7 f	Aİ	91,1 c	88,8 f
	YAI	90,7 e	87,9 h	93,6 a	91,9 cd	YAI	92,2 a	89,9 d
Yıl x S*		90,2 B	87,2 C	92,6 A	90,5B	S*	91,4 A	89,0 B
Yıl*		88,8 B		91,6 A				
LSD değerleri		Yıl:0,23; S:0,23; Yıl x S:0,33; S x KŞ:0,39; Yıl x S x KŞ:0,55						

* Aynı interaksiyonlarda, aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

+ Aynı interaksiyonlarda, aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Çizelge 3.8’de denemenin yürütüldüğü yıllar, tüm ortalamalara ait kuru madde içeriği 2021 yılında %88,8 ve 2022 yılında %91,6 olarak belirlenmiştir. 2021 yılında kuru madde içeriğinin daha düşük olduğu saptanmıştır.

Birleştirilmiş yıllar kuru madde içeriğine sulamanın etkisi (S) incelendiğinde, sulama yapılan parsellerde ortalama %91,4, kuru parsellerde ise ortalama %89,0 olarak tespit edilmiştir. Sulanmayan parsel ortalamalarında kuru madde içeriğinin düşük olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.8). Yemin su oranı artıkça veya kuru madde oranı düştükçe, beslenme ve enerji değeri düştüğü bilinmektedir (Avcıoğlu vd. 2009).

Çizelge 3.8’de kuru made içeriğine “Y x S” interaksyonunun etkisi incelendiğinde en yüksek değerin 2022 yılındaki sulanan parsel ortalamalarında (%93,6) saptanmıştır.

Birleştirilmiş yıllar “KM” içerine “Sx KŞ” interaksyonunun etkisi incelendiğinde, en yüksek değerin sulanan parsellerde “Yİ” ikili karışım (%92,2) ile “YAİ” üçlü karışım (%92,2) ortalamalarında belirlenmiştir. Kuru tarım yapılan parsellerde ise en yüksek değerin, “YAİ” üçlü karışım (%89,9) veri ortalamalarından elde edilmiştir. Sulanan parsellerde kuru madde içeriğinin %92,2 ile %89,8 değerleri arasında, sulanmayan parsellerde ise %89,9 ile %87,3 değerleri arasında değiştiği saptanmıştır. En düşük değerlerin ise her iki su konusundada ak üçgül veri ortalamalarında saptanmıştır (Çizelge 3.8).

Çağan, Başbağ ve Aydın (2012), *Medicago* türlerinin kuru madde içeriğinin %90,8 ile % 91,7 değerleri arasında değişim gösterdiğini ve türler arasındaki ortalama değerin %91,1 oranında olduğunu tespit etmişlerdir. Elde edilen bu değerler çalışmamızda yer alan yalın yonca bitkisine ait kuru madde içeriği ile yakınlık gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8’de kuru made içeriğine “Yıl x S x KŞ” interaksyonunun etkisi incelendiğinde, en yüksek değerin 2022 yılı sulama yapılan parsellere ait “Yİ: %93,8” ikili karışım şekli ve aynı önemlilik grubunda yer alan “YAİ” ile “Y” ekiminde saptanmıştır. Yonca bitkisinin rekabet gücünün yüksek olmasından kaynaklı karışımlarda yüksek oranda yer almış olabileceği ve karışım parsellinin kuru madde içeriğine olumlu etki yaptığı düşünülmektedir. Çınar vd. (2014), yonca ile oluşturulacak uygun yem karışımlarını belirlemek amacıyla yürüttüğü bir çalışmada, ikinci yılda yoncanın karışımlarda kuru madde verimine katkısının arttığını ve ikinci yılda yonca sayesinde çimlerin azottan daha iyi faydalandığını ifade etmişlerdir. En düşük kuru madde içeriği değerlerinin ise ak üçgül bitkisine ait verilerden elde edilmiştir. Bu duruma sebep, ak üçgülün bitkisinin morfolojik yapısı gereği yaprak/sap oranının yüksek olması ve yaprakların bitki saplarından daha yüksek oranda su içeriğine sahip olmasından kaynaklanabilir.

Her iki su konusunda da kuru madde içeriği bakımından karışımlar arasında

farklılıkların olmasında, suyun varlığının veya eksikliğinin bitki tür ve karışımlarında farklı tepkiler yaratmasından kaynaklanmış olabilir.

3.3.2. Ham Kül Oranı (HK: %)

Yemde ham kül oranı, çiftlik hayvanlarının mineral madde gereksinmelerini karşılama oranını saptayan bir parametredir (Tuğrul ve Bozbay,2023).

Araştırma konularından elde edilen birleştirilmiş yıllar ham kül oranı (%) ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.9’de, ortalama değerler ve önemlilik grupları Çizelge 3.10’de verilmiştir.

Çizelge 3.9. Birleştirilmiş yıllar ham kül oranı (%) ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Prob> F
Yıl	1	2,01674	12,1844	0,0137**
Tekerrür [Yıl]	6	2,09934	2,0981	0,1945
Su konusu (S)	1	0,98624	5,9585	0,0508*
Yıl x S	1	25,0366	151,2624	<,0001**
Hata 2	6	1,00061	0,5587	0,7613
Karışım Şekli (KŞ)	5	151,146	101,2703	<,0001**
Yıl x KŞ	5	37,6526	25,2279	<,0001**
S*KŞ	5	50,1022	33,5694	<,0001**
Yıl x S x KŞ	5	26,1346	17,5106	<,0001**
Hata	60	17,90999		
Genel	95	314,19333		
VK (%)		5,8		

SD: Serbestlik derecesi; VK: Varyasyon katsayısı, * ($p<0.05$), ** ($p<0.01$).

Çizelge 3.5 incelendiğinde, iki yıl birleştirilmiş ham kül oranı ortalamalarının su konusuna etkisi %5 düzeyinde, diğer uygulama konularında etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırmalarında (LSD), su konusunun dahil olduğu interaksiyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.10. Birleştirilmiş yıllar ham kül oranına ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları

Uygulama Konuları		Yıl x S x KŞ+					S x KŞ+	
Yıl (Y)		2021		2022		2021-2022		
Su konusu (S)		Sulu	Kuru	Sulu	Kuru	KŞ	Sulu	Kuru
Karışım Şekli (KŞ)	Yonca (Y)	9,4 efg	9,7 de	9,6 de	9,1 e-ı	Yonca (Y)	9,5 c	9,4 c
	Ak üçgül (A)	10,2 cd	16,3 a	11,2 b	10,7 bc	Ak üçgül (A)	10,7 b	13,5 a
	İngiliz çimi (İ)	8,8 f-j	8,0 l-o	10,8 bc	8,1 j-o	İngiliz çimi (İ)	9,8 c	8,1 f
	Yİ	8,0 k-o	7,7 o	9,3 e-h	8,6 h-m	Yİ	8,6 e	8,2 ef
	Aİ	8,9 e-ı	8,7 g-l	10,6 bc	8,7 g-l	Aİ	9,8 c	8,7 d
	YAI	7,9 mno	7,8 no	9,5 def	8,4 ı-n	YAI	8,7 d	8,1 f
Yıl x S*		8,9 C	9,7 B	10,2 A	9,0 C	S*	9,5 A	9,3 B
Yıl*		9,3 B		9,6 A				
LSD değerleri		Yıl: 0,17; S:0,17; Yıl x S: 0,29; SD x KŞ:0,55; Yıl*SD*KŞ:0,77						

* Aynı interaksyonlarda, aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

+ Aynı interaksyonlarda, aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Çizelge 3.10’da denemenin yürütüldüğü yıllar, tüm ortalamalara ait ham kül oranı 2021 yılında %9,3 ve 2022 yılında %9,6 olarak belirlenmiştir. 2022 yılında ham kül oranının daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Birleştirilmiş yıllar ham kül oranına sulamanın etkisi (S) incelendiğinde, sulama yapılan parsellerde ortalama %9,5, sulama yapılmayan parsellerde ise ortalama %9,3 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.10).

Çizelge 3.10’da ham kül oranına “YxS” interaksyonunun etkisi incelendiğinde en yüksek değerin 2022 yılındaki sulanan parsel ortalamalarında (%10,2) saptanmıştır.

Çizelge 3.10’da S x KŞ interaksyonu incelendiğinde, en fazla “HK” değerlerinin, sulama yapılmayan parsellerin ak üçgül bitkisine ait ölçüm ortalamalarından (%13,5) elde edilmiştir. Sulama yapılan parsellerde en yüksek ham kül oranının yine ak üçgül (%10,7) ortalamalarından elde edildiği saptanmıştır (Çizelge 3.10). Yonca ve ak üçgülün ham kül oranının karışımlardan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tükel vd. (2002) ak üçgülün, yaprak/sap oranı yüksek bir bitki olduğundan kaynaklı ham kül oranının yüksek olduğunu ve ak üçgül bitkisinin karışımlarda bulunma oranı artıkcı ham kül oranının da artacağını ifade etmişlerdir. Tosun (1974), ak üçgül bitkisinin gövdesinin yere yatık olarak büyüdüğünü,

gövdeden yukarıya doğru çiçek sapları ve uzun yaprakların oluştuğunu ifade etmişlerdir. Balcı ve Koçak (2010), yaprak/sap oranı yüksek olan bitkilerin daha yüksek oranda ham kül oranına sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Çizelge 3.10'da ham kül oranına “Yıl x S x KŞ” interaksiyonun etkisi incelendiğinde, en yüksek değerin 2021 yılının kuru tarım yapılan parsellerde yalın “A: %16,3” ekilişine ait veri ortalamalarında saptanmıştır. Ak üçgül bitkisinin gövde yapısından kaynaklı yaprak/sap oranının yüksek olması ham kül oranını artırdığı (Tükel vd.,2002) düşünülmektedir. Tekeli, Ateş ve Koç (2013), stres koşulları altında bitkilerin su kullanım verimliliklerini artırarak topraktaki mineralleri daha yoğun bir şekilde emilmesine olanak sağladığını bu durumda bitkilerin ham kül oranının yükselmesine neden olabileceğini ifade etmişlerdir.

Ünalp (2014), yoncanın farklı gelişme zamanlarında kalite performanslarını incelemiş ve çiçeklenme başlangıcında ham kül oranının %9,8 ile %10,95 arasında değiştiğini ifade etmiştir. Araştırmacıya ait bu değerler çalışmamızda yalın yonca bitkisine ait değerlerle benzerlik göstermiştir (Çizelge 3.10)

Baklagil yem bitkilerinin ham kül oranını; Açıkgoz (1995) yoncada %7,4-%12,0; Kamalak (2005) yoncada %10,7; Başaran, Acar, Mut ve Aşcı (2006) bazı baklagillerde %8,1-%14,97; Karabulut vd. (2007) %6,5-%10,2, Uslu, Kurt, Kaya ve Kamalak (2018) %6,0-%11,4 olarak bulmuştur.

Açıkgoz (1985), bitkilerin vejetatif, tomurcuklanma, çiçeklenme ve meyve bağlama devrelerinde verim ve kalite özelliklerinin değiştiğini, biçim geçiktirildiğinde yaprak oranı azalırken sapın katkısının arttığını ifade etmiştir. Ayrıca otun kimyasal kompozisyonunun bölgeye, çeşide, toprak ve iklim koşullarına, biçim devresine göre değiştiğini ifade etmiştir.

3.3.3. ADF Oranı (%)

ADF, bitki hücre duvarı yapısında selüloz, lignin ve çözünmeyen protein miktarını ifade eder ve ADF oranı (%) arttıkça sindirim oranı düşer (Avcıoğlu vd., 2009) ve ADF genellikle yemin sindirilebilirliğini tahmin etmek için kullanılır.

Araştırma konularından elde edilen birleştirilmiş yıllar ADF oranı (%) verileri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.11'de, ortalama değerler ve önemlilik grupları Çizelge 3.12'de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Birleştirilmiş yıllar ADF oranı (%) ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Prob> F
Yıl	1	0,59273	0,2688	,6230
Tekerrür[Yıl]	6	8,14823	0,6174	,7136
Su konusu (S)	1	13,0805	5,9312	,0513
Yıl x S	1	1,87066	0,8482	,3930
Hata 1	6	13,1966	1,3958	,2312
Karışım Şekli (KŞ)	5	855,385	108,5703	,0001**
Yıl x KŞ	5	122,967	15,6076	,0001**
S*KŞ	5	248,323	31,5185	,0001**
Yıl x S x KŞ	5	123,674	15,6974	,0001**
Hata 2	60	94,5436		
Genel	95	1492,525		
VK (%)		4,84		

SD: Serbestlik derecesi, VK: Varyasyon katsayısı, ** ($p < 0.01$).

Çizelge 3.11 incelendiğinde, iki yıl birleştirilmiş ADF oranı (%) ortalamalarında; yıl (Y), su konusu (S) ve “Yıl x S” interaksyonu etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Diğer uygulama konuları ve interaksyonlar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırmalarında (LSD), su konusunun dahil olduğu interaksyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.12. Birleştirilmiş yıllar ADF oranına (%) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları

Uygulama Konuları		Yıl x S x KŞ ⁺					S x KŞ ⁺	
Yıl (Y)		2021		2022			2021-2022	
Su konusu (S)		Sulu	Kuru	Sulu	Kuru	KŞ	Sulu	Kuru
Karışım Şekli (KŞ)	Yonca (Y)	24,3 hij	25,9 gh	31,4 a	25,9 gh	Yonca (Y)	27,9 b	25,9 de
	Ak üçgül (A)	19,2 l	22,7 jk	13,9 m	22,4 k	Ak üçgül (A)	16,6g	22,6 f
	İngiliz çimi (İ)	29,9 abc	24,6 hı	31,2 a	28,7 bcd	İngiliz çimi (İ)	30,5 a	26,6 cd
	Yİ	28,7 bcd	27,2 d-g	30,0 ab	25,7 gh	Yİ	29,3 a	26,4 cd
	Aİ	28,1 cde	24,4 hij	23,3 ijk	25,6 gh	Aİ	25,7 de	25,2 e
	YAİ	27,8 def	26,8 efg	27,3 d-g	26,0 gh	YAİ	27,6 bc	26,4 cde
Yıl x S		26,3	25,3	26,2	25,7	S	26,2	25,5
Yıl		25,8		25,96				
LSD değerleri		SDxKŞ:1,26; Yıl*SD*KŞ:1,78						

⁺ Aynı interaksyonlarda, aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farksızdır.

Çizelge 3.12’de denemenin yürütüldüğü yıllar, tüm ortalamalara ait ADF oranı 2021 yılında %25,8 ve 2022 yılında %25,96 olarak tespit edilmiş olup, fark istatistiksel olarak önemsiz (Çizelge 3.11) bulunmuştur. Birleştirilmiş yıllar ADF oranına sulamanın etkisi (S) incelendiğinde, sulu parsellerde %26,2, sulama yapılmayan parsellerde ise %25,5 olarak tespit

edilmiş olup, fark istatistiksel olarak önemlidir (Çizelge 3.11).

Çizelge 3.12’de S x KŞ interaksyonu incelendiğinde, en yüksek ADF oranının sulama yapılan parsellerde yalın İngiliz çimi (%30,5) ile “Yİ” karışım şekli (%29,3) yıl ortalamalarından elde edilmiştir. En düşük ADF oranı değerlerinin ise sulama yapılan parsellerin yalın ak üçgül (%16,6) ekilişlerinden elde edilmiştir. Her iki su konusunda da en az ADF oranının, yalın ekilen ak üçgül parsellerine ait veri ortalamalarında saptanmıştır. Ak üçgülün yıl boyunca stolon atarak gelişimini idame ettirdiğinden, gövde yere yatık büyür ve toprak üstü organları genelde yaprak, yaprak sapı, çiçek ve çiçek sapından oluştuğundan daha düşük ADF oranına sahip olduğu düşünülmektedir. Ayrıca İngiliz çiminin yalın ekimlerinin karışım olarak ekimlerden daha yüksek ADF değerine sahip olmuştur. Bu durumda karışımlarda baklagillerin varlığının yemin ADF oranı düşürerek yemin kalitesine olumlu etki yaptığı söylenebilir. Birçok araştırmacı yemin kalitesine artırmak için yem rasyonlarına muhakkak baklagillerinde eklenmesini uygun görmektedir (Atış, 2006; Nave, Sulc ve Barker, 2013; Yavuz ve Karadağ, 2016; Akbay Tohumcu ve Temel, 2020).

Araştırmamızda tüm çeşit ve karışımlara ait ADF oranının %30 civarında veya altında olduğu, sulamanın tür ve çeşitler arasında farklılıklar yarattığı saptanmıştır (Çizelge 3.12). Açıkgoz (2001), sindirilme oranının bitki karakteri ile yakından ilişkili olduğunu, ancak bu ilişkilerin türe, örnek alma zamanına ve şekline göre değişebildiğini ifade etmiştir. Ayrıca, genellikle sindirilme oranının yapraklılık oranı ile doğru; lignin, selüloz oranı ve hücre duvarı miktarı ile ters ilişkide olduğunu da vurgulamıştır. Yüksek verimli süt sığırlarında ideal bir yem rasyonunda ADF oranının %30 değerinden az olması istenmektedir (Avcıoğlu vd., 2009).

Çizelge 3.12’de ADF oranına “Yıl x S x KŞ” interaksyonun etkisi incelendiğinde, en yüksek değer 2022 yılında sulama yapılan parsellerin yalın yonca (%31,4), yalın İngiliz çimi (%31,2) ile aynı önemlilik grubunda yer alan ‘Yİ’ karışım şeklinden (%30,0) elde edilmiştir. Her iki yıl ve her iki su konusunda en düşük ADF oranı değerlerinin ak üçgül yalın ekilişinden elde edilmiş olup, ak üçgülün girdiği karışımlarda ADF oranını düşürdüğü tespit edilmiştir.

Her iki yılda su konusunun tür ve karışımlarda farklı etkiler yaptığı saptanmıştır. Ak üçgül hariç her iki yılda da sulanan parsellerde tür ve karışımların daha yüksek ADF oranına sahip oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 3.12). Sulu tarım yapılan parsellerde, bitkilerin daha fazla sap oluşturdukları ve ot katı yüksekliklerini (Çizelge 3.6) artırdıklarından dolayı daha yüksek ADF oranı değerleri elde edilmiştir. Casgrove (2005), sulamanın bitkilerin sap oranını artırdığını, saplarının yapraklara oranla daha fazla selüloz ve lignin içermesinden dolayı ADF

oranında yükseldiğini bildirmiştir. Ak üçgülün sulanan parsellerde daha düşük ADF oranı sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, sürünücü bir gövde yapısına sahip bitkinin üst kısmının daha çok yaprak ve çiçek saplarından oluşması ve sulanan parsellerde yaprak/sap oranının artmasından kaynaklanabilir.

Ünal vd. (2023), farklı lokasyonlarda kuru koşullar altında yonca popülasyon ve çeşitlerinde ADF oranlarının değişkenlik gösterdiğini, Bilensoy-80 çeşidinin Ankara koşullarında ADF oranı ortalama %27,2 iken, Konya koşullarında %32,4 olarak saptamışlardır. Çalışmamızda yer alan Bilensoy-80 yonca çeşidi kuru koşullar altındaki ADF değerleri, Ankara lokasyonuna göre benzerlik, Konya lokasyonuna göre farklılık göstermiştir.

3.3.4. ADL Oranı (%)

Araştırma konularından elde edilen birleştirilmiş yıllar ADL oranı (%) verileri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.13’de ortalama değerler ve önemlilik grupları Çizelge 3.14’de verilmiştir.

Çizelge 3.13. Birleştirilmiş yıllar ADL oranı (%) ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Prob > F
Yıl	1	0,06556	0,1230	0,7379
Tekerrür[Yıl]	6	2,9913	0,9405	0,5287
Su konusu (S)	1	0,54808	1,0279	0,3500
Yıl x S	1	0,12134	0,2276	0,6503
Hata 1	6	3,18057	2,6280	0,0250
Karışım Şekli (KŞ)	5	110,755	109,8167	<,0001**
Yıl x KŞ	5	15,3579	15,2277	<,0001**
S*KŞ	5	6,02876	5,9777	0,0002**
Yıl x S x KŞ	5	10,0745	9,9891	<,0001**
Hata 2	60	12,10257		
Genel	95	162,74906		
VK (%)			7,89	

SD: Serbestlik derecesi, VK: Varyasyon katsayısı, ** (p<0.01).

Çizelge 3.13 incelendiğinde, iki yıl birleştirilmiş ADL oranı (%) ortalamalarında yıl, su konusu(S) ve yıl x su konusu (Y x S) etkisi istatistiksel olarak önemsiz, diğer uygulama konuları ve etkileşimler %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırmalarında (LSD), su konusunun dahil olduğu etkileşimler değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.14. Birleştirilmiş yıllar ADL oranına (%) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları

Uygulama Konuları		Yıl x S x KŞ ⁺				S x KŞ ⁺		
Yıl (Y)		2021		2022		2021-2022		
Su konusu (S)		Sulu	Kuru	Sulu	Kuru	KŞ	Sulu	Kuru
Karışım Şekli (KŞ)	Yonca (Y)	7,0 abc	6,1 ef	7,2 ab	7,1 ab	Yonca (Y)	7,1 a	6,6 bc
	Ak üçgül (A)	3,7 lm	3,3 m	4,1 kl	4,4 jk	Ak üçgül (A)	3,9 g	3,9 g
	İngiliz çimi (İ)	5,3 gh	7,3 a	5,2 ghı	4,3 jkl	İngiliz çimi (İ)	5,2 e	5,8 d
	Yİ	7,0 abc	5,7 fg	7,0 abc	6,4 cde	Yİ	7,0 ab	6,0 d
	Aİ	4,7 h-k	4,8 hj	4,6 ijk	4,9 hij	Aİ	4,7 f	4,9 ef
	YAI	6,8 a-d	6,8 a-d	6,6 b-e	6,2 def	YAI	6,7 abc	6,5 c
Yıl x S		5,8	5,7	5,8	5,6	S	5,8	5,6
Yıl		5,7		5,7				
LSD değerleri		S x KŞ:0,45; Yıl x S xKŞ: 0,64						

⁺ Aynı interaksiyonlarda, aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, % 5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Çizelge 3.14’de denemenin yürütüldüğü yıllar, tüm ortalamalara ait ADL oranı 2021 yılında %5,7 ve 2022 yılında %5,7 olarak tespit edilmiş olup, yılların ADL oranına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Birleştirilmiş yıllar ADL oranına (%) sulamanın etkisi (S) istatistiksel olarak önemli olmadığı (Çizelge 3.13), sulama yapılan parsellerde ortalama %5,8, kuru parsellerde ise ortalama %5,6 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3.14’de, S x KŞ interaksiyonunun ADL oranı değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olup, en yüksek ADL oranının sulama yapılan parsellere ait yalın yonca (%7,1) ile aynı önemlilik gruplamalarında yer alan “Yİ” ikili karışım şekli (%7,0) ve “YAI” üçlü karışım (%6,7) yıl ortalamalarından elde edilmiştir. En düşük ADF oranı değerlerinin, her iki su konusunda da yalın ak üçgül (%3,9) ekilişlerinden elde edilmiştir. Ayrıca İngiliz çiminin ak üçgül ile girdiği “AI” ikili karışımlarında ADL oranının yalın “İ” ekilişine kıyasla düştüğü saptanmıştır (Çizelge 3.14). Ak üçgülün morfolojik yapısı (stolonlu gövde) farklılığından kaynaklı yaprak/sap oranı yüksekliğinin, otun ADL oranını düşürmüş olabileceği tahmin edilmektedir.

Çalışmamamıza ait ADL oranı ortalama değerlerinin, çeşit ve karışımlar arasında farklılık gösterdiği, buna sebep türlerin genetik farklılığı yanında yaprak/sap oranı değerlerinin farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 3.14’de ADL oranına “Yıl x S x KŞ” interaksiyonun etkisi incelendiğinde, en yüksek HP oranının %18,7 ile 2022 yılının sulama yapılan parsellerinin yalın yonca ekilişinde bulunmuştur. Yüksek değerin 2021 yılında kuru tarım yapılan parsellerin yalın “İ: %7,3” ekilişinden elde edilmiştir. En düşük değerin ise 2021 yılında kuru tarım yapılan parsellerin yalın “A: %3,3” ekilişinde saptanmıştır. Aynı tür ve karışımların hem yıl konusu hem de su konusunda ADL oranı değerlerinde artış veya azalış olduğu belirlenmiştir. Wilson ve Hatfield (1997) göre sulama yapılan parsellerde bitkilerin biyokütle ve sap oranının artışıyla ADL oranının yükseldiğini, Fales ve McMurphy (1997) göre sulamanın bitkinin hücresel yapılarının yumuşak kalmasını sağlayarak ligninleşmeyi sınırlandırdığını ve ADL oranını düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Çalışmamızca, tür ve karışımlar arasındaki ADL oranı farklılıklarının oluşmasında, sulamanın bitkilerin yaprak/sap oranını etkilemesi yanında ögütülmüş yemin olgunluk seviyesindeki farklılıklarından da kaynaklanabilir.

3.3.5. NDF Oranı (%)

Araştırma konularından elde edilen birleştirilmiş yıllar NDF oranı (%) verileri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.15’de, ortalama değerler ve önemlilik grupları Çizelge 3.16’de verilmiştir.

Çizelge 3.15. Birleştirilmiş yıllar NDF oranı (%) ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Prob> F
Yıl	1	218,364	89,7716	<,0001**
Tekerrür [Yıl]	6	22,2854	1,525	0,3106
Su konusu (S)	1	18,4599	7,589	0,0338*
Yıl x S	1	3,42871	1,4096	0,2809
Hata 1	6	14,613	0,8829	0,5131
Karışım Şekli (KŞ)	5	7580	549,5846	<,0001**
Yıl x KŞ	5	682,893	49,5129	<,0001**
S*KŞ	5	77,9827	5,6541	0,0002**
Yıl x S x KŞ	5	46,9055	3,4009	0,0090**
Hata 2	60	165,5068		
Genel	95	8861,4441		
VK (%)	4,3			

SD: Serbestlik derecesi, VK: Varyasyon katsayısı, * ($p < 0.05$), ** ($p < 0.01$).

Çizelge 3.15 incelendiğinde, iki yıl birleştirilmiş NDF oranı ortalamalarının “Yıl x S” interaksiyonunda etkisi önemsiz olduğu ancak LSD testi küçük farkları anlamlı bulduğundan

testte farklı harflendirilmeler saptanmıştır (Çizelge 3.8). Su konusu (S) %5 düzeyinde önemli, diğer uygulama konuları %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama konularında su konusunun dahil olduğu interaksiyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

NDF, hemiselüloz da dahil olmak üzere toplam hücre duvarı bileşenlerini ifade eder ve yemin alım potansiyelini tahmin etmek için kullanılır (Ball vd., 2001).

Çizelge 3.16. Birleştirilmiş yıllar NDF oranına (%) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları

Uygulama Konuları		Yıl x S x KŞ+				S x KŞ+		
Yıl (Y)		2021		2022		2021-2022		
Su konusu (S)		Sulu	Kuru	Sulu	Kuru	KŞ	Sulu	Kuru
Karışım Şekli (KŞ)	Yonca (Y)	32,5 ı	33,1 ı	36,0 h	36,6 h	Yonca (Y)	34,2 e	34,9 e
	Ak üçgül (A)	24,1 k	20,7 l	28,2 j	27,2j	Ak üçgül (A)	26,1 f	24,0 g
	İngiliz çimi (İ)	55,7 a	57,1 a	52,8 b	49,8 c	İngiliz çimi (İ)	54,2 a	53,4 a
	Yİ	45,3 d	43,7 de	40,8 fg	34,7 hı	Yİ	43,0 c	39,2 d
	AI	49,5 c	48,5 c	41,8 ef	41,3 f	AI	45,7 b	44,9 b
	YAI	44,9 d	45,8 d	36,3 h	38,9 g	YAI	40,6 d	42,4 c
Yıl x S*		42,0 A	41,5 A	39,3 B	38,1 C	S*	40,6 A	39,8 B
Yıl*		41,8 A		38,7 B				
LSD değerleri		Yıl:0,79; S:0,79; Yıl x S:1,11; S x KŞ:2,04; Yıl x S xKŞ: 2,89						

* Aynı interaksiyonlarda, aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

+ Aynı interaksiyonlarda, aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Çizelge 3.16’de denemenin yürütüldüğü yıllar, tüm ortalamalara ait NDF oranı 2021 yılında %41,8 ve 2022 yılında %38,7 olarak tespit edilmiş, ölçüm yılları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3.15). Bu farklılığa sebep yürütülen yıllara ait iklim verilerinin farklılığından kaynaklanabilir (Çizelge 2.2). Birleştirilmiş yıllar NDF oranına (%) sulamanın etkisi (S) istatistiksel olarak önemli olup (Çizelge 3.15), sulama yapılan parsellerde

ortalama %40,6, kuru parsellerde ise ortalama %39,8 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3.14’de, NDF oranına “S x KŞ” interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli olup, en yüksek NDF oranının her iki su konusunda da yalın İngiliz çimine (%54,2; %53,4) ait veri ortalamalarından elde edilmiştir. Buxton (1996), buğdaygil otlarının baklagillerden daha yüksek oranda lif içeriğine sahip olduklarını ve bu yüzden NDF değerinin yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. En düşük NDF oranı değerlerinin, sulama yapılmayan yalın ak üçgül (%24,0) ekilişlerinden elde edilmiştir. Yonca ve ak üçgül bitkilerinin ikili ve üçlü girdiği karışımlarda, bu bitkilerin yalın ekilişlerinden daha yüksek NDF değerine sahip oldukları tespit edilmiştir. Silva (2018), ılıman iklim koşullarında yürüttüğü bir çalışmada yoncanın buğdaygillerle girdiği ikili karışımlarına ait NDF değerinin, yalın ekime oranla daha yüksek olduğunu ifade etmiştir.

Her iki su konusunda da yalın ekilen İngiliz çiminin, diğer türlerin ve karışım halindeki ekilişlerinden de daha yüksek NDF oranına sahip olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 3.16). İngiliz çimin buğdaygil bitkisi olmasından dolayı yaprak/sap oranının düşük olması bitkinin sindirilebilirliğini azalttığı ve bu yüzden karışım halinde ekilişinin yapılması yemin kalitesi bakımından daha uygun olacağı düşünülmektedir. Avcıoğlu vd. (2009), baklagillerin dokularında daha az lif içermeleri sebebiyle baklagillerin buğdaygillerden daha fazla kaliteli ot ürettiklerini ve hayvanlar tarafından daha çok tüketildiklerini ifade etmişlerdir.

Altın vd. (2005), merada kullanılacak karışımlarda en az bir baklagil bitkisinin yer alması meranın ot kalitesini artıracaklarını ifade etmişlerdir.

Deneme alanından elde edilen veriler incelendiğinde su konuları arasında farklılıklar olduğu gibi, karışım şekilleri arasında da farklı ölçüm değerleri elde edilmiştir. Aynı tarihte hasat edilen türlerin sindirilebilirliği; olgunluk aşamasındaki farklılıklar (Wind ve Elzebroek, 1989), doku oranlarındaki farklılıklar (Wilson ve Hatfield, 1997) ve kimyasal bileşimdeki (Akin vd, 1990) farklılıklar nedeniyle homojenlik sergilememiştir.

NDF oranına “Yıl x S x KŞ” interaksiyonun etkisi incelendiğinde (Çizelge 3.16.), en yüksek değer 2021 yılında yalın İngiliz çimi (İ) ekilişlerinin hem kuru (%57,1) hem de sulu tarım (%55,7) yapılan parsel ortalamalarında saptanmıştır. En düşük değer ise 2021 yılında kuru tarım yapılan parsellerin yalın “A: %20,1” ekilişinde saptanmıştır. Ak üçgülün her iki yıl ve her iki su konusunda da en düşük NDF oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Buxton ve Hornstein (1986), Iowa’da 4 adet baklagil yem bitkilerinin hücre duvarı yapısındaki maddelerinin bitkinin farklı zaman ve farklı kısımlarındaki oran ve kompozisyonlarını

incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre NDF değerinin yapraklarda diğer bitki kısımlarından daha düşük olduğunu, dört tür arasında ise ak üçgülde en düşük olduğunu saptamışlardır. Hücre duvarı maddelerinin ilkbahar döneminden yaz sonuna kadar devamlı arttığını ve NDF değerlerinin ak üçgülde %25-%45, yoncada %33-%52 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızda ak üçgüle ait NDF oranının %20,7-%28,2 arasında değiştiği, yoncada ise NDF oranının %32,5-%36,6 arasında olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, Buxton ve Hornstein (1986) yorum ve sonuçları ile benzerlik göstermiştir.

İngiliz çiminin karışım halindeki ekilişlerinin yalın olarak ekilişinden daha düşük NDF içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.16). Baklagillerin buğdaygillere oranla lif içeriklerinin düşük olması, otun NDF değerlerinde düşüklüğe ve yemin kalitesinin artmasına olumlu katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Ball ve ark. (2001), baklagillerin genellikle daha az lif içermesi, buğdaygillere göre daha fazla alım potansiyeline sahip olmasını, sonuç olarak daha hızlı sindirim, daha fazla yemin (ve dolayısıyla daha fazla besin maddesinin) tüketilmesine olanak sağladığını belirtmişlerdir.

Ünal vd. (2023), yarı kurak bölgede sulanmayan koşullar altında farklı lokasyonlarda yonca çeşit ve popülasyonlarına ait NDF oranı değerleri ile ilgili yürüttüğü bir çalışmada, Bilensoy-80 çeşidine ait NDF oranını; Ankara lokasyonunda %45,9; Konya lokasyonunda %45,2 olarak belirlemiştir. Çalışmamızda aynı çeşide ait kuru koşullardaki değerler ile farklılık göstermiş olup, bu farklılık çeşidin çevresel faktörlere verdiği farklı morfolojik tepkimelerden kaynaklanmaktadır (Julier, Huyghe ve Ecalles, 2000).

Baklagillerin buğdaygillerle birlikte yetiştirilmesinin en önemli faydalarından biri yem kalitesini artırması yanında yemin sindirilebilirliği ve daha fazla besin maddesinin tüketimine katkıda bulunması açısından önemlidir (Tosun, 1974).

3.3.6. Nispi Yem Değeri (NYD)

Nispi yem değerleri (NYD), yemin NDF ve ADF değerlerine ait sonuçlar kullanılarak hesaplanmıştır (Sheaffer vd., 1995). Nispi yem değeri, yemin protein içeriği ve fiziksel özellikleri hakkında bilgi vermemekte olup, birlikte kullanıldığında yemin değeri hakkında iyi bir ölçü oluşturmaktadır.

Araştırma konularından elde edilen birleştirilmiş yıllar nispi yem değeri (NYD) verileri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.17’de ortalama değerler ve önemlilik grupları Çizelge 3.18’de verilmiştir.

Çizelge 3.17. Birleştirilmiş yıllar nispi yem değeri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Prob> F
Yıl	1	339,289	2,3544	0,1765
Tekerrür [Yıl]	6	323,856	0,3756	0,8707
Su konusu (S)	1	1903,96	13,2118	0,0112*
Yıl x S	1	450,992	3,1295	0,128
Hata 1	6	862,273	1,4125	0,2248
Karışım Şekli (KŞ)	5	260397	511,882	<,0001**
Yıl x KŞ	5	33348,1	65,5548	<,0001**
S*KŞ	5	4766,98	9,3708	<,0001**
Yıl x S x KŞ	5	2776,33	5,4576	0,0003**
Hata 2	60	6104,46		
Genel	95	311117,25		
VK (%)			5,8	

SD: Serbestlik derecesi, VK: Varyasyon katsayısı, * ($p<0.05$), ** ($p<0.01$).

Çizelge 3.17 incelendiğinde, iki yıl birleştirilmiş NYD ortalamalarında yıl (Y) ve yıl x su konusu (YxS) interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Su konusu %5 düzeyinde, diğer uygulama konuları ve interaksyonlar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırılmalarında (LSD), su konusunun dahil olduğu interaksyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.18. Birleştirilmiş yıllar nispi yem değerine ait ortalama değerler ve önemlilik grupları

Uygulama Konuları		Yıl x S x KŞ+				S x KŞ+		
Yıl (Y)		2021		2022		2021-2022		
Su konusu (S)		Sulu	Kuru	Sulu	Kuru	KŞ	Sulu	Kuru
Karışım Şekli (KŞ)	Yonca (Y)	205,7 d	205,7 d	176,5 ef	175,8 ef	Yonca (Y)	191,0 c	191,1 c
	Ak üçgül (A)	288,5 b	347,8 a	239,7 c	245,2 c	Ak üçgül (A)	264,1 a	296,5 a
	İngiliz çimi (İ)	110,0 mn	107,0 n	122,4 lm	125,2 kl	İngiliz çimi (İ)	116,2 h	116,1 h
	Yİ	143,3 hı	160,2 g	155,3 gh	185,3 e	Yİ	149,3 fg	172,8 d
	AI	127,8 jkl	137,7 ıjk	155,7 gh	155,4 gh	AI	141,8 g	146,6 fg
	YAI	145,5 hı	141,5 hıj	175,3 ef	165,0 fg	YAI	160,4 e	153,3 ef
Yıl x S		170,1	183,4	170,8	175,3	S*	170,4 B	179,3 A
Yıl		176,8		173,0				
LSD değerleri		S:6,04; S x KŞ:10,9; Yıl x S xKŞ: 14,3						

* Aynı interaksyonlarda aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları %5 ihtimal sınırları içerisinde farksızdır.

* Aynı interaksyonlarda aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları %5 ihtimal sınırları içerisinde istatistiksel olarak birbirlerinden farksızdır.

Çizelge 3.18’de denemenin yürütüldüğü yıllar, tüm ortalamalara ait nispi yem değerinin

2021 yılında 176,8 ve 2022 yılında ise 173,0 olarak tespit edilmiş, fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 3.17).

Birleştirilmiş yıl ortalamalarında NYD'ne sulamanın etkisi (S) istatistiksel olarak önemli olup (Çizelge 3.17), sulama yapılan parsellerde NYD 170,4, kuru parsellerde ise NYD 179,3 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3.18'de, NYD'ne "S x KŞ" interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli olup, en yüksek NYD her iki su konusunda da yalın ak üçgülü ait veri ortalamalarından elde edilmiştir. Bu değer sulu koşullarda 264,1, kuru koşullarda 296,5 olarak saptanmıştır. En düşük NYD ise her iki su konusunda da yalın İngiliz çimi ekilişlerinden elde edilmiş olup, sulu koşullar NYD 116,2, kuru koşullarda NYD 116,1 olarak elde edilmiştir. İngiliz çiminin lif sindirilebilirliği doğal olarak baklagillerden daha düşük olmasından (Bruinenberg vd., 2002) kaynaklanabilir. Karışımlara ait NYD'nin yalın yonca ekilişlerinden düşük, yalın İngiliz çimi ekilişlerinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Yoncanın NYD'nin her iki su konusunda aynı önemlilik grubunda yer aldığı, bu değerlerin; suluda 191,0, kuruda 191,1 olduğu tespit edilmiştir. Yavuz (2005), yoncanın NYD'nin 118,8, Tohumcu ve Temel (2020) ise 135,1 olarak tespit etmişlerdir. Bu değerler çalışmamızda yer alan yonca bitkisine ait değerlerden düşük olduğu ve farklılığa; ekolojik koşul, çeşit, toprak yapısı ve uygulanan kültürel faaliyetlerin farklılığından kaynaklanmış olduğu söylenebilir.

Çalışmamızdan elde edilen veriler, tahminlerde referans yem bitkisi olarak kullanılan yoncanın tam çiçeklenme dönemindeki (100 NYD) değerlerinden (Ball vd., 1996) yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak denememizde kullanılan tür ve karışım şekillerinin oluşturduğu yemin, Ball vd. (1996) belirttiği kalite standartlarına göre NYD bakımından 1,2 ve en kaliteli standartlarında olduğu ifade edilebilir.

NYD'ne "Yıl x S x KŞ" interaksiyonunun etkisi incelendiğinde (Çizelge 3.18), en yüksek değer 2021 yılında yalın ak üçgül "A:347" ekilişlerinin kuru parsel ortalamalarında saptanmıştır. En düşük değerin ise 2021 yılında kuru tarım yapılan parsellerin yalın "İ: %20,1" ekilişinden elde edilmiştir. İngiliz çiminin NYD' nin düşük olmasının bitkiye ait NDF oranlarının yüksek (Çizelge 3.16) olmasından kaynaklanabilir. Karışımlara ait NYD'nin her iki yıl ve su konusunda, İngiliz çimine ait değerlerden yüksek, yalın ak üçgül ve yonca ekilişine ait değerlerden düşük bulunmuştur.

Çeliktaş vd. (2019), buğdaygil yem bitkileri ile ilgili yürüttükleri bir çalışmada en

yüksek nispi yem değerinin 103,2 ile İngiliz çimi bitkisine ait olduğunu ifade etmişlerdir. Yürütülen bu çalışma bizim çalışmamızda yer alan İngiliz çimi verileri ile yakınlık sergilemektedir (Çizelge 3.18).

3.3.7. Ham Protein Oranı (HP; %)

Ham protein (HP) değeri, protein yapısında olmayan azotlu maddeleri ve gerçek proteinlerinin hepsini içerir ve yüksek protein içeriği hayvanlarca tercih edilir (Avcıoğlu vd., 2009).

Araştırma konularından elde edilen birleştirilmiş yıllar ham protein oranı (%) verileri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.19’de, ortalama değerler ve önemlilik grupları Çizelge 3.20’de verilmiştir.

Çizelge 3.19. Birleştirilmiş yıllar ham protein oranı (%) ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Prob > F
Yıl	1	228,265	1193,898	<,0001**
Tekerrür [Yıl]	6	1,83424	1,5973	0,2919
Su konusu (S)	1	152,349	796,8327	<,0001**
Yıl x S	1	0,00057	0,0030	0,9584
Hata 1	6	1,14835	0,9013	0,5001
Karışım Şekli (KŞ)	5	587,498	553,3324	<,0001**
Yıl x KŞ	5	90,9631	85,6732	<,0001**
S*KŞ	5	6,35466	5,9851	0,0001**
Yıl x S x KŞ	5	22,4802	21,1729	<,0001**
Hata2	60	12,7409		
Genel	95	1120,019		
VK (%)			3,56	

SD: Serbestlik derecesi, VK: Varyasyon katsayısı. * (p<0.05), ** (p<0.01).

Çizelge 3.19 incelendiğinde, iki yıl birleştirilmiş ham protein oranı (%) ortalamalarına “S x KŞ” interaksyonunun etkisi önemsiz olduğu ancak LSD testi küçük farkları anlamlı bulduğundan testte farklı harflendirilmeler saptanmıştır (Çizelge 3.20). Diğer uygulama konuları %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama konularında su konusunun dahil olduğu interaksyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.20. Birleştirilmiş yıllar ham protein oranına (%) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları

Uygulama Konuları		Yıl x S x KŞ+				S x KŞ+		
Yıl (Y)	2021		2022			2021-2022		
Su konusu (S)	Sulu	Kuru	Sulu	Kuru	KŞ	Sulu	Kuru	
Karışım Şekli (KŞ)	Yonca (Y)	16,4 c	15,0 f	18,7 a	15,2 ef	Yonca (Y)	17,6 a	15,1 c
	Ak üçgül (A)	15,5 def	13,4 g	17,2 b	12,5 h	Ak üçgül (A)	16,4 b	13,0 e
	İngiliz çimi (İ)	9,5 jkl	6,8 m	12,4 h	9,2 kl	İngiliz çimi (İ)	11,0 f	8,0 h
	Yİ	12,4 h	10,0 ij	17,6 b	15,7 de	Yİ	15,0 c	12,9 e
	Aİ	9,6 jk	6,8 m	12,4 h	10,5 ı	Aİ	11,0 f	8,6 g
	YAI	12,5 h	8,9 l	16,4 c	16,2 d	YAI	14,5 d	12,6 e
Yıl x S*	12,7 C	10,14 D	15,8 A	13,2 B	S*	14,2	11,7	
Yıl*	11,4 B		14,5 A					
LSD değerleri	S:0,22; Yıl:0,22; Yıl x S: 0,31; S x KŞ:0,46; Yıl x S xKŞ: 0,65							

* Aynı interaksiyonlarda, aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

+ Aynı interaksiyonlarda, aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Çizelge 3.20’de denemenin yürütüldüğü yıllar, tüm ortalamalara ait ham protein oranı 2021 yılında %11,40 ve 2022 yılında %14,5 olarak tespit edilmiş, ölçüm yılları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu duruma sebep ise iklim verilerinin yıl ve aylara dağılımlarında farklılıkların olmasından kaynaklanmış olabileceğidir (Çizelge 2.2).

Birleştirilmiş yıllar ham protein oranına (%) sulamanın etkisi (S) istatistiksel olarak önemli olup (Çizelge 3.19), sulama yapılan parsellerde ortalama %14,2, kuru parsellerde ise ortalama %11,7 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.20). Bu sonuç sulamanın ham protein oranı üzerinde olumlu etki yaptığı söylenebilir (Çizelge 3.20).

Yıl x su konusu istatistiksel olarak önemsiz bulursa da her bir değer farklı önemlilik gruplandırılmalarında yer aldığı saptanmıştır (Çizelge 3.20). En yüksek HP oranı değerinin %15,8 ile 2022 yılına ait sulanan parsellerden elde edilmiştir.

Çizelge 3.20 incelendiğinde, ham protein oranının “SxKŞ” interaksiyonunda etkisi istatistiksel olarak önemli olduğu ve en yüksek değerin sulama yapılan parsellerde %17,6 ile yalın yonca ekilişi ortalamalarından elde edilmiştir. Kuru tarım yapılan parsellerde de en yüksek ham protein oranını %15,1 ile yalın yonca ekilişlerinde tespit edilmiştir. Ham protein oranının

baklagiller familyasından olan yonca ve ak üçgülde yüksek değerlerde, buğdaygiller familyasından olan İngiliz çiminde ise daha düşük değerlerde olduğu saptanmıştır. Baklagil familyasının köklerinde nodül adı verilen yumrucuklar yer almakta olup bu yumrucukların içeriğinde bulunan *Rhizobium* türü bakterileri sayesinde havadaki serbest azotu topraktaki bitki köklerine bağlayarak bitkinin kullanabileceği forma dönüştürüler (Avcıoğlu vd., 2009). Elde edilen bu azotu bitkiler protein sentezinde kullanarak bünyelerinde daha fazla protein ihtiva ettiklerinden HP oranı değerleri buğdaygillerden yüksek çıkmıştır.

Çizelge 3.20’de “Yıl x S x KŞ” interaksyonu incelendiğinde, en yüksek HP oranının %18,7 ile 2022 yılının sulama yapılan parsellerinin yalın yonca ekilişinde bulunmuştur. En düşük değerin ise 2021 yılında yalın “İ: %6,8” ile “Aİ: %6,8” ikili karışım şeklinden elde edilmiştir.

Açıkgöz (2021), otun kimyasal kompozisyonu; bölgeye, çeşide, iklim ve toprak şartlarına, biçim devresi ve kurutma yöntemine göre değişiklik gösterdiğini, yapılan bir dizi analizde, yonca otunun vejetatif devrede HP oranı %25’leri aşarken, meyve bağlama devresinde %10’ların altına düştüğünü ifade etmiştir.

Foster, Vera, Malhi ve Clarke (2014), basit ot karışımlarına göre yonca ve yonca karışımlarında daha yüksek protein içeriği gösterdiğini ifade etmişlerdir. Kuru tarım yapılan parsellere ait ölçümlerde yalın İngiliz çiminin HP içeriğinin, baklagil bitkisi ile girdiği ikili, üçlü karışım verilerinden daha düşük olmuştur.

Baklagil bitkilerinin yüksek protein değerine sahip oldukları ve karışma girdiklerinde otun değerini arttırdıkları birçok araştırmacı tarafından da ifade edilmiş (Sleugh, Moore, George ve Brummer, 2000; Malhi, Zentner ve Heier, 2002) ve bu durumda meranın veya buğdaygillerin protein içeriğini iyileştirmek için karışım yemlerine baklagil eklenmesi önerisini doğrulamaktadır.

Şengül ve Tahtacıoğlu (1996), aynı yonca çeşidi ile Erzurum’da yürüttükleri çalışmada, ham protein oranını %16,8 olarak tespit etmiş olup çalışmamızda yonca bitkisine ait bazı ham protein değerleri ile yakınlık, bazıları ile uzaklık göstermektedir.

Çizelge 3.20 incelendiğinde, ham protein oranının S x KŞ interaksyonunda etkisi istatistiksel olarak önemli olduğu ve en yüksek değerin sulama yapılan parsellerde %17,6 ile yalın yonca ekilişi ortalamalarından elde edilmiştir.

Kuru tarım yapılan parsellerde ölçülebilen değerlere ait HP oranının daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Schreurs vd. (2007), kuraklık koşullarının devreye girmesiyle HP konsantrasyonunda bir düşüş meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Hubbard (2019), geniş getiren hayvanların rumeninde genel olarak mikrobiyal aktivitenin gerçekleşebilmesi için rasyonların yaklaşık %13 protein içermesi, yüksek süt verimli hayvanların rasyonlarında kullanılan baklagil kuru otunun ise en az %20 ham protein içermesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu nedenle çalışmamızda, baklagil yem bitkilerine ait HP oranı değerleri incelendiğinde, baklagilleri kaliteli kaba yem bitkisi olarak ifade edebiliriz. Ayrıca yoncanın HP oranı ortalama değerlerinin diğer tür ve karışımlardan daha yüksek olduğu ve girdiği karışım şekillerinde de HP oranı değerlerini arttırdığı gözlemlenmiştir (Çizelge 3.44). Bu sonuçlarla yoncanın karışımların kalitesini artırdığı ve mera karışımlarında muhakkak bulunması gerektiği söylenebilir.

Ball vd. (2001), yoncanın erken çiçeklenme döneminde %16 HP değerine sahipken, buğdaygil yem bitkisi olan çayır kelp kuyruğunda (timothy) bu değer %9,5 olduğunu saptamıştır. Bu değerler, çalışmamızda ki yonca bitkisine ait bazı verilerle eş değer fakat çoğunlukla denememizde yer alan Bilensoy çeşidine ait HP değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu farklılığa sebep çeşit, genetik ve çevresel farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte, otlara önemli miktarlarda azotlu gübre uygulanması, onların ham protein seviyelerini baklagil yemleriyle karşılaştırılabilir hale getirebilir (Ball vd.,2001).

Budak ve Budak (2014), HP oranına göre yemleri %12 ve altı düşük, %15 orta, %18 ve üstü ise kaliteli yem olarak sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmaya göre çalışmamızda sulu parsellerden elde edilen ölçümler kalite yönünden orta ve üstü olarak değerlendirilebileceğini söylenebilir. Karışım şekillerinde “Aİ” karışım şekli hariç tutularak ham protein oranlarının her iki su konusunda da yalın İngiliz çimi değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Ünal vd. (2023), HP oranlarının popülasyon ve çeşitlerde değişkenlik gösterdiğini, çalışmamızda yer alan Bilensoy-80 çeşidinin Ankara koşullarında %16,1, Konya koşullarında %12,6 HP içeriğine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz yalın yonca bitkisine ait değerlerle benzerlik/farklılık gösterdiği, bu durumda çeşitlerin farklı bölge ve iklim şartlarında da ham protein içeriğinin farklılık gösterebileceğinin bir göstergesi olarak düşünülebilir.

3.4. Fizyolojik Ölçümler

3.4.1. Bitki Örtüsü Sıcaklığı (BÖS: °C)

Yaprak sıcaklığı, bitki osmotik potansiyeli hakkında bilgi veren ve stomatal regülasyonu ile su stresi belirleyicisi olarak kullanılabilen bir parametre olarak öne çıkmıştır (Leinonen ve Jones, 2004; Khan, Paull, Siddique ve Stoddard, 2010). Yüksek sıcaklıklarda yaprağın zarar görmesini önlemek amacıyla gelen ısı yükü, transpirasyon sonucu oluşan buharlaşmaya bağlı soğuma ile dağıtılır (Taiz ve Zeiger, 2008).

Araştırma konularından elde edilen birleştirilmiş yıllar bitki örtüsü sıcaklığına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.21’de, ortalama değerler ve önemlilik grupları Çizelge 3.22’de verilmiştir.

Çizelge 3.21. Birleştirilmiş yıllar bitki örtüsü sıcaklığı verilerine ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Prob> F
Y (Yıl)	1	3,14028	3,14028	4,1743	0,0871
Hata 1	6	20,0434	3,34057	4,4406	0,0462
S (Su Konusu)	1	25,935	25,935	34,4752	0,001**
Yıl x S	1	361,038	361,038	479,9236	<.0001**
Hata 2	6	4,51369	0,75228	0,6571	0,6844
KŞ (Karışım Şekli)	9	2657,57	295,286	257,9255	<.0001**
Yıl x KŞ	9	590,284	65,5871	57,2889	<.0001**
S x KŞ	9	3860,75	428,972	374,6978	<.0001**
Yıl x KŞ	9	596,694	66,2993	57,911	<.0001**
Ölçüm (Ö)	1	1589,99	1589,99	1388,822	<.0001**
Yıl x Ö	1	381,283	381,283	333,0422	<.0001**
S x Ö	1	806,133	806,133	704,1393	<.0001**
Yıl x S x Ö	1	42,4133	42,4133	37,0471	<.0001**
KŞ x Ö	9	3460,42	384,491	335,8446	<.0001**
Y x KŞ x Ö	9	494,12	54,9022	47,9559	<.0001**
S x KŞ x Ö	9	2963,84	329,315	287,6495	<.0001**
Y x S x KŞ x Ö	9	634,792	70,5324	61,6086	<.0001**
Hata 3	228	261,025	1,145		
Genel	319	18753,98			
VK			3,96		

SD: Serbestlik derecesi, VK: Varyasyon katsayısı. * ($p < 0.05$), ** ($p < 0.01$).

Çizelge 3.21 incelendiğinde, yıl ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz, diğer uygulama konuları ve interaksiyonlar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırmalarında (LSD), su konusunun

dahil olduğu interaksiyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.22. Birleştirilmiş yıllar bitki örtüsü sıcaklığına ($^{\circ}\text{C}$) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları

Su durumu (S)	Karışım Şekli (KŞ)	Bitki örtüsü sıcaklığı (°C)										
		2021			2022			Birleştirilmiş yıl				
		Ölçüm (Ö)			Ölçüm (Ö)			Ölçüm (Ö)				
		Ö1	Ö2	Ort.	Ö 1	Ö 2	Ort.	Ö1	Ö2	Ort.		
Sulu	Çeşit	YxSxKŞ+					YxSxKŞ+		SxKŞxÖ+			SxKŞ+
	“Y” Yonca	Y	26,4	23,6	25,0no	25,3	27,1	26,2klm	Y	25,9j-m	25,3m	25,6h
		Yİ	27,4	24,7	26,0lmn	25,8	27,9	26,8j-m	Yİ	26,6h-k	26,3i-m	26,4fg
		YAI	26,3	23,1	24,7o	25,9	27,7	26,8j-m	YAI	26,1j-m	25,4lm	25,7gh
	“A” Ak	A	25,5	22,7	24,1o	27,3	29,0	28,1ghi	A	26,4h-l	25,8j-m	26,1gh
		AI	28,7	23,2	25,9lmn	25,8	28,1	27,0jkl	AI	27,3gh	25,6klm	26,4fg
	üçgül	AYİ	29,1	22,7	25,9lmn	27,4	28,8	28,1ghi	AYİ	28,2fg	25,7j-m	27,0ef
		“İ” İngiliz çimi	İ	28,5	24,4	26,5klm	27,6	29,0	28,3fgh	İ	28,0fg	26,7hij
	İY		28,9	25,3	27,1ijk	28,9	29,4	29,1d-g	İY	28,9f	27,3gh	28,1d
	İA		28,9	23,8	26,4klm	26,7	29,1	27,9hij	İA	27,8g	26,5h-k	27,1ef
	İAY		29,3	23,8	26,5klm	28,5	29,3	28,9e-h	İAY	28,9f	26,5h-k	27,7de
	YılSxÖ*	Ort.	27,9D	23,7F		26,9E	28,5C		SxÖ*	27,4B	26,1C	
	YılS*	Ort.	25,8 D			27,7 B		S	26,8 B			
Kuru	“Y” Yonca	Y	34,0	30,0	32,0ab	27,2	31,3	29,2def	Y	30,6cde	30,6cde	30,6c
		Yİ	34,8	29,4	32,1ab	27,0	31,6	29,3c-f	Yİ	30,9cde	30,5cde	30,7bc
		YAI	33,3	29,6	31,5b	27,4	31,8	29,6cde	YAI	30,4e	30,7cde	30,5c
	“A” Ak	A	34,3	29,8	32,0ab	30,8	34,1	32,5a	A	32,5a	32,0ab	32,3a
		AI	34,0	31,4	32,7a	29,9	33,7	31,8ab	AI	32,0ab	32,5a	32,3a
	üçgül	AYİ	33,6	31,6	32,6a	29,7	0,0	14,8q	AYİ	31,6abc	15,8n	23,7i
		“İ” İngiliz çimi	İ	31,8	28,8	30,3c	30,4	34,5	32,5ab	İ	31,1b-e	31,6abc
	İY		32,0	0,0	16,0p	30,6	0,0	15,3pq	İY	31,3b-e	0,0o	15,6j
	İA		31,2	28,9	30,0cd	29,4	34,0	31,7ab	İA	30,3e	31,5bcd	30,9bc
	İAY		31,5	0,0	15,8pq	30,2	0,0	15,1pq	İAY	30,8cde	0,0o	15,4j
YılSxÖ*	Ort.	33,0A	24,0F		29,3B	23,1G		SxÖ*	31,0A	23,5B		
YılS*	Ort.	28,5 A			26,2 C		S	27,3 A				
Yıl (Y)	Ort.	27,1			27,0			27,1				
LSD Değerleri	YılS: 0,34; YılSxKŞ: 1,05; YılSxÖ:0,472, S:0,2; SxÖ:0,3; SxKŞ: 0,75; SxKŞxÖ:1,05											

* Aynı interaksiyonlarda, aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

* Aynı interaksiyonlarda, aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Çizelge 3.22’da denemenin yürütüldüğü yıllar, tüm ortalamalara ait bitki örtüsü sıcaklığı 2021 yılında $27,1^{\circ}\text{C}$ ve 2022 yılında $27,0^{\circ}\text{C}$ olarak tespit edilmiş, ölçüm yılları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Deneme alanında tüm konulara ait ortalama bitki örtüsü sıcaklığı $27,1^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.22).

Birleştirilmiş yıllar bitki örtüsü sıcaklığına ait veriler incelendiğinde, kuru tarım yapılan

parseller de bazı verilerin alınamamış olması karışım ortalamalarını düşürmüş olsa da bitki örtüsü sıcaklığına ($^{\circ}\text{C}$) sulamanın etkisi (S) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3.21). Sulama yapılan parsellerde ortalama $26,8^{\circ}\text{C}$, kuru parsellerde ise ortalama $27,3^{\circ}\text{C}$ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.22).

Sulama konusu ile karışım şekli interaksyonu ($\text{S} \times \text{KŞ}$) incelendiğinde en fazla bitki örtüsü sıcaklığı, kuru tarım yapılan parsellerde ak üçgül bitkisinin yalın ($32,3^{\circ}\text{C}$) ve “Aİ” ($32,3^{\circ}\text{C}$) karışım şekline ait yıl ortalamalarından elde edilmiştir. Kuru tarım yapılan parsellerde İngiliz çimi ve ak üçgül bitkisinin yonca bitkisi ile girdiği karışım şekillerine ait her iki yılda da bazı verilerin alınamamış olmasından dolayı değer “0” olarak girildiğinden verilere ait yıl ortalamaları düşmüştür. Ak üçgül ve İngiliz çimi bitkisinin topraktaki nem yetersizliğinin yanında yüksek sıcaklığın da etkili olduğu stres koşullarında yonca ile rekabet edemeyerek, dormansi (stresten kaçış) durumuna geçmektedir (Taiz ve Zeiger, 2008). Bitki örtüsü sıcaklığı sulama yapılan parsellerde $25,6^{\circ}\text{C}$ ile $28,1^{\circ}\text{C}$ arasında değişmekte olup, en düşük sıcaklığın yalın yonca (Y: $25,6^{\circ}\text{C}$) ve en yüksek bitki örtüsü sıcaklığının ise İngiliz çiminin yonca ile girdiği karışım şeklinden (İY: $28,1^{\circ}\text{C}$) elde edilmiştir (Çizelge 3.22). Kuru tarım yapılan parsellere ait bitki örtüsü sıcaklıklarının daha yüksek değerlere sahip olmuştur.

Sulama yapılan parsellerde bitki örtüsü sıcaklıklarının sulama yapılmayan parsellerden daha düşük olması yanında çeşitler ve karışım şekilleri arasında da farklılıklar olduğu araştırmamızda saptanmıştır. Ördög ve Molnar (2011), suyun termal özellikleri sıcaklık düzenlemesine katkıda bulunarak bitkilerin çok hızlı soğumamasını veya ısınmamasını sağlamaya yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir. Su stresi altında bitkiler yapraklardaki su oranının düşmesi ile stomalar su kaybını dengelemek amacıyla kapanırlar. Bu durum fotosentezin yavaşlamasına, yaprak sıcaklığının artmasına, membran sistemlerinin zarar görmesine ve oluşan hücre ölümüne sebep olur (Farooq vd., 2009; Dolferus, 2014).

Bitki türleri arasındaki farklılıkların olmasına sebep bitkilerin genetik yapısı ve suyu etkili kullanabilme kabiliyetinden kaynaklanabilir. Bitki türlerinin kendi içinde girdikleri karışım şekilleri arasında da farklılıkların olması, bitkilerin yaşam ortamında rekabete girmeleri yanında bitki sosyolojisi bakımından birbirleri ile olumlu ve olumsuz ilişkiler içinde olmasından kaynaklanmaktadır.

Araghi ve Assad (1998), bitki örtüsü sıcaklığının ölçüm anındaki sıcaklık artışıyla bağlantılı olarak arttığını, stresli ortamlarda stressiz ortamlara göre daha yüksek derecede olduğunu ifade etmiştir.

Birleştirilmiş yıllarda SxKŞxÖ interaksyonu incelendiğinde en fazla bitki örtüsü sıcaklığı kuru parsellerde ak üçgül bitkisine ait ölçümlerin tekli “A” ve “Aİ” ikili karışım şekli ortalamalarından elde edilmiştir. En az bitki örtüsü sıcaklığı sulu parsellerde tekli “Y” (25,3°C) yonca bitkisine ait ilk ölçüm ortalamalarından elde edilmiştir (Çizelge 3.22).

Birleştirilmiş yıllar analiz sonuçlarında (Çizelge 3.21), “YxS” varyasyon kaynağı önemli bulunduğu için 2021 ve 2022 yılları bitki örtüsü sıcaklığına (°C) ait ortalama değerler ayrı ayrı analiz edilmiş ve uygulama konularının önemlilik grupları belirlenmiştir.

Araştırma konularından elde edilen bitki örtüsü sıcaklığı ortalamalarının 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.23’de, bitki örtüsü sıcaklığı (°C) verileri ve önemlilik grupları Çizelge 3.24’de verilmiştir.

Çizelge 3.23. Bitki örtüsü sıcaklığı ortalamalarının 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	2021				2022			
		Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değerleri		Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Prob> F
Tekerrür	3	19,8352	6,61173	9,6607	0,0474	0,20825	0,06942	0,0846	0,9639
Su Konusu (S)	1	290,252	290,252	424,099	0,0003**	96,721	96,721	117,9285	0,0017**
Hata 1	3	2,05319	0,6844	0,3498	0,7894	2,4605	0,82017	2,462	0,0661
Karışım Şekli (KŞ)	9	1374,47	152,719	78,0546	<.0001**	1873,38	208,153	624,8504	<.0001**
S x KŞ	9	1929,79	214,421	109,590	<.0001**	2527,65	280,85	843,0774	<.0001**
Ölçüm (Ö)	1	1764,25	1764,25	901,704	<.0001**	207,025	207,025	621,4634	<.0001**
S x Ö	1	239,366	239,366	122,339	<.0001**	609,18	609,18	1828,684	<.0001**
KŞ x Ö	9	1335,33	148,37	75,8318	<.0001**	2619,21	291,023	873,6152	<.0001**
SxKŞxÖ	9	1284,88	142,764	72,9665	<.0001**	2313,75	257,083	771,7322	<.0001**
Hata 2	114	223,0	1,957			37,976	0,333		
Genel	159	8463,3				10287,56			
VK (%)			5,15				2,14		

SD: Serbestlik derecesi, VK: Varyasyon katsayısı. * (p<0.05), ** (p<0.01).

Çizelge 3.23 incelendiğinde, 2021 yılı ve 2022 yılında bitki örtüsü sıcaklığına ait ölçüm verilerinde tüm interaksyonlar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırmalarında (LSD), su konusunun dahil olduğu interaksyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.24. 2021 ve 2022 yılları bitki örtüsü sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) verileri ve önemlilik grupları

Su konusu (S)	Çeşit	Karışım Şekli (KŞ)	2021			Karışım Şekli (KŞ)	2022		
			Ölçüm (Ö)				Ölçüm (Ö)		
			Ö1	Ö2	Ortalama		Ö1	Ö2	Ortalama
			SxKŞxÖ+	SxKŞ+			SxKŞxÖ+	SxKŞ+	
Sulu	"Y" Yonca	Y	26,4kl	23,6nop	25,0ef	Y	25,3u	27,1qrs	26,2g
		Yİ	27,4jk	24,7l-o	26,0de	Yİ	25,8u	27,9opq	26,8f
		YAİ	26,3klm	23,1op	24,7ef	YAİ	25,9tu	27,7o-r	26,8f
	"A" Ak üçgül	A	25,5k-n	22,7p	24,1f	A	27,3qrs	29,0klm	28,1e
		Aİ	28,7ij	23,2op	25,9de	Aİ	25,8u	28,1nop	27,0f
		AYİ	29,1ij	22,7p	25,9de	AYİ	27,4p-s	28,8lmn	28,1e
	"İ" İngiliz çimi	İ	28,5ij	24,4m-p	26,4d	İ	27,6pqr	29,0klm	28,3e
		İY	28,9ij	25,3lmn	27,1d	İY	28,9klm	29,4ı-l	29,1cd
		İA	28,9ij	23,8nop	26,4d	İA	26,7st	29,1klm	27,9e
		İAY	29,3hij	23,7nop	26,5d	İAY	28,5m-o	29,3jkl	28,9d
	Ortalama	SxÖ*	27,9 B	23,7 C		SxÖ*	26,9 C	28,5 B	
		S*	25,8 B			S*	27,7 A		
Kuru	"Y" Yonca	Y	34,0a	30,0e-ı	32,0a	Y	27,2qrs	31,3cde	29,2cd
		Yİ	34,8a	29,4hı	32,1a	Yİ	27,0rs	31,6cd	29,3cg
		YAİ	33,3abc	29,6ghı	31,5ab	YAİ	27,4p-s	31,8c	29,6c
	"A" Ak üçgül	A	34,3a	29,8f-ı	32,0a	A	30,8def	34,1ab	32,5a
		Aİ	34,0a	31,4c-g	32,7a	Aİ	29,9g-j	33,7b	31,8b
		AYİ	33,6ab	31,6c-f	32,6a	AYİ	29,7h-k	0,0v	14,8h
	"İ" İngiliz çimi	İ	31,8b-e	28,8ij	30,3bc	İ	30,4fgh	34,5a	32,5a
		İY	32,0bcd	0,0q	16,0g	İY	30,6efg	0,0v	15,3h
		İA	31,2d-h	28,9ij	30,0c	İA	29,4ı-l	34,0ab	31,7bb
		İAY	31,5c-g	0,0q	15,8g	İAY	30,2f-ı	0,0v	15,1h
	Ortalama	SxÖ*	33,0A	24,0C		SxÖ*	29,3 A	23,1 D	
		S*	27,8 A			S*	26,2 B		
LSD Değerleri		S:0,4; SxKŞ:1,4; SxÖ:0,6; SxKŞxÖ:1,96				S:0,45; SxÖ:0,25; SxKŞ:0,57; SxKŞxÖ:0,8			

* Aynı yıl, aynı interaksiyonlarda aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

+Aynı yıl, aynı interaksiyonlarda aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda bitki örtüsü sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) sulamanın etkisi (S) incelendiğinde, denemenin ilk yılında tüm karışım ortalamalarından sulu tarımda $25,8^{\circ}\text{C}$, kuru tarımda $27,8^{\circ}\text{C}$ olarak elde edilmiştir. Denememin ikinci yılında ise sulu parsellerde ortalama değer $27,7^{\circ}\text{C}$, kuru parsellerde ise $26,2^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.24). Her iki yılda da kuru tarım yapılan parsel alanlarında ikinci ölçümlerine ait bazı verilerin alınamaması kuru tarım yapılan parsellerde karışım şekli ortalamalarında düşüşe sebep olduğundan, ölçüm konusunun (Ö) dahil olduğu interaksiyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Kuru tarım yapılan parsellerde, topraktaki nem yetersizliğinin yanında yüksek sıcaklığında etkisiyle bitkiler transpirasyon oranını düşürerek yaprak yüzeyinde buharlaşma yoluyla soğuma gerçekleşemediğinden yapraktaki bitki örtüsü sıcaklığında artış meydana geldiği düşünülmektedir. Jackson (1982) bitkiler transpirasyon ile yaprak sıcaklıklarını

azalttığını ve mevcut hava sıcaklıklarının altına düşürdüğünü ifade etmişlerdir. Sulama yapılan parsellerde su yaprakdan transpirasyon ile buharlaşırken enerjiye ihtiyaç duyduğundan yapraktaki ısıyı çeker ve yaprak yüzeyinin serinlemesini sağlar (Pouyafard, Akkuzu ve Kaya, 2016).

Tenikecier (2019), baklagil yem bitkisi olan koca fiğde, bitki örtüsü sıcaklığına yılların etkisi olmadığını farklı ekim zamanlarında bitki örtüsü sıcaklığında farklılık gösterdiğini ve tüm uygulama konularına ait deneme ortalamasını 17,0°C olarak tespit etmiştir. Araştırmaya ait bu değerlerin, çalışmamızda yer alan baklagil yem bitkisine ait değerlerle farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu farklılığa sebep; bitki türü, ölçüm zamanı, iklim faktörleri, yöntem ve suyun etkisi olduğu düşünülmektedir.

Su konusu x ölçüm (S x Ö) interaksiyonlarında en fazla bitki örtüsü sıcaklığı hem 2021 hem de 2022 yılında, kuru tarım yapılan parsellerin birinci ölçüm ortalamaları (33,0°C; 29,3°C) ait değerlerde saptanmıştır. Kuru tarım yapılan parsel ortalamalarında 2021 yılında ikinci ölçüm zamanında ölçülen değerlerde İngiliz çiminin, yonca ile ikili karışım (İY) ve üçlü karışım (İAY) ekilişlerinde yaz periyodunda gelişme göstermediğinden veri elde edilememiştir. 2022 yılında ise ak üçgül bitkisi yonca ile girdiği üçlü karışım (AYİ;0) ve İngiliz çiminin yonca bitkisi ile girdiği ikili (İY) ve üçlü (İAY) karışım şekillerinde gelişme gösteremediğinden değerler “0” olarak girilmiştir. Bu durumda ikinci ölçüm verilerinde düşük ortalama değer elde edilmesine sebep olmuştur (Çizelge 3.24). Yonca bitkisinin rekabet gücünün yüksek ve kazık köklü olmasından dolayı kurak geçen yaz periyodunda topraktaki nem ve besin maddesini daha iyi değerlendirmekte olup, rekabet gücü yoncaya göre daha düşük olan İngiliz çimi ve ak üçgül bitkisinin (Bakır,1985) yonca ile girdiği karışımlarda rekabetten kaynaklı gelişimlerini durdurduğu düşünülmektedir.

Her iki su konusunda, 2021 yılında ikinci ölçümlerin birinci ölçümlerden daha düşük olduğu, 2022 yılında ise ikinci ölçümlerin birinci ölçümlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durumun ölçüm tarihlerindeki günlük iklim verilerinin farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 3.24’de “SxKŞxÖ” üçlü interaksiyonu incelendiğinde, en fazla bitki örtüsü sıcaklığı 2021 yılında kuru tarım yapılan parsellerin yonca ve ak üçgül bitkisine ait birinci ölçüm verilerinden elde edildiği ve bu maksimum değerlerin, 34,8 °C ile 33,3 °C arasında değişmiştir. En düşük değerlerin ise sulu tarım yapılan parsellerde, 22,7 °C ile yalnız ak üçgül ve ak üçgül bitkisinin üçlü karışım şekline (AYİ) ait ikinci ölçüm verilerinde tespit edilmiştir.

2022 yılında ise en yüksek bitki örtüsü sıcaklığının 34,5⁰C ile kuru tarım yapılan parsellerde İngiliz çiminin yalın ekimine ait ikinci ölçüm, en düşük sıcaklık değerinin 25,3⁰C ile sulu tarım yapılan parsellerin yalın yonca ekimine ait birinci ölçüm verilerinden elde edilmiştir.

Bitki su stresine girdiğinde stomaların kapanmasının bir sonucu olarak, bitkilerde terleme ve buna bağlı olarak ısı kaybı azalır ve bu durumda bitkilerde yüzey sıcaklığında bir artışa neden olur (Nobel, 1991).

Birçok araştırmacıda bulgularımıza benzer olarak, su stresi koşullarında farklı tür ve genotiplerinde yaprak sıcaklığının arttığını belirtmişlerdir (Güzelordu, 2007; Balkan, 2011; Öztürk, 2011; Ghidan ve Rania, 2021).

3.4.2. Stoma İletkenliği (mmol m⁻²s⁻¹)

Araştırma konularından elde edilen birleştirilmiş yıllar stoma iletkenliğine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.25’da ortalama değerler ve önemlilik grupları Çizelge 3.26’de verilmiştir.

Çizelge 3.25. Birleştirilmiş yıllar stoma iletkenliği (mmol m⁻²s⁻¹) verilerine ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Prob> F
Y (Yıl)	1	15719,2	15719,2	168,1333	<.0001**
Hata 1	6	340,955	56,8259	0,6078	0,7198
S (Su Konusu)	1	80829,3	80829,3	864,552	<.0001**
Y x S	1	1482,64	1482,64	15,8584	0,0073**
Hata 2	6	560,956	93,4926	1,5655	0,1582
KŞ (Karışım Şekli)	9	148928	16547,5	277,0786	<.0001**
YxKŞ	9	16936	1881,78	31,5093	<.0001**
S x KŞ	9	18024,8	2002,75	33,5349	<.0001**
Y x KŞ	9	3303,9	367,1	6,1469	<.0001**
Ölçüm (Ö)	1	1688,2	1688,2	28,268	<.0001**
YxÖ	1	7801,25	7801,25	130,6274	<.0001**
S x Ö	1	64,9801	64,9801	1,0881	0,298
Y x S x Ö	1	5471,43	5471,43	91,6159	<.0001**
KŞxÖ	9	13707,6	1523,07	25,5029	<.0001**
YxKŞxÖ	9	15143,9	1682,66	28,1752	<.0001**
SxKŞxÖ	9	6983,25	775,916	12,9923	<.0001**
YxSxKŞxÖ	9	7473,61	830,401	13,9046	<.0001**
Hata 3	228	13616,48	59,72		
Genel	319	358076,1			
VK			16,5		

SD: Serbestlik derecesi, VK: Varyasyon katsayısı. * (p<0.05), ** (p<0.01).

Çizelge 3.25 incelendiğinde, su konusu x ölçüm (SxÖ) ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz, diğer uygulama konuları ve interaksiyonlar %1 düzeyinde önemli

bulunmuştur. Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırmalarında (LSD), su konusunun dahil olduğu interaksyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.26. Birleştirilmiş yıllar stoma iletkenliğine ait ortalama değerler ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) ve önemlilik grupları

Su konusu (S)	Karışım Şekli (KŞ)	Stoma iletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹)										
		2021			2022			Birleştirilmiş yıl				
		Ölçüm (Ö)		Yıl	Ölçüm (Ö)		Yıl	Ölçüm (Ö)		Deneme		
		Ö1	Ö2	Ort.	Ö 1	Ö 2	Ort.	Ö1	Ö2	Ort.		
Çeşit					YxSxKŞ*			YxSxKŞ*		SxKŞxÖ+		SxKŞ
Sulu	"Y" Yonca	Y	58,3	83,3	70,8def	120,8	98,5	109,7a	Y	89,5cd	90,9cd	90,2ab
		Yİ	64,0	91,6	77,8d	103,7	100,3	102,0b	Yİ	83,8de	95,9bc	89,9ab
		YAI	66,5	83,5	75,0de	86,7	116,2	101,4b	YAI	76,6ef	99,8b	88,2b
	"A" Ak üçgül	A	57,1	91,6	74,4de	117,8	35,0	76,4de	A	87,5d	63,3g	75,4c
		AI	91,9	101,4	96,6bc	144,7	41,2	93,0c	AI	118,3a	71,3f	94,8a
		AYİ	61,0	64,1	62,6g	95,4	44,8	70,1efg	AYİ	78,2ef	54,4h	66,3d
	"İ" İngiliz çimi	İ	33,1	47,9	40,5ı	26,1	29,7	27,9k-o	İ	29,6l-o	38,8jk	34,2gh
		İY	25,2	28,0	26,6l-p	32,6	28,2	30,4k-n	İY	28,9l-o	28,1m-p	28,5ij
		İA	33,7	27,3	30,5k-m	44,0	34,8	39,4ij	İA	38,9jk	31,0lmn	34,9gh
		İAY	24,1	23,1	23,6n-r	21,9	28,5	25,2l-r	İAY	23,0o-r	25,8n-q	24,4jk
	YılxSxÖ*	Ort.	51,5D	64,2B		79,4A	55,7C		SxÖ*	65,4	59,9	
	YılxS*	Ort.	57,8B			67,5A			S*	62,7 A		
Kuru	"Y" Yonca	Y	27,1	37,3	32,2j-m	75,2	77,7	76,5de	Y	51,2hı	57,5gh	54,3ef
		Yİ	30,9	33,9	32,4ijkl	75,6	57,5	66,5fg	Yİ	53,2hı	45,7ij	49,5f
		YAI	34,7	35,4	35,1ijk	57,8	91,8	74,8de	YAI	46,2ij	63,6g	54,9e
	"A" Ak üçgül	A	20,0	23,2	21,6o-r	46,8	38,3	42,6ı	A	33,4klm	30,8lmn	32,1hı
		AI	23,5	21,5	22,5o-r	58,5	51,1	54,8h	AI	41,jk	36,3kl	38,6g
		AYİ	19,8	16,2	18,0qr	35,4	0,0	17,7r	AYİ	27,6m-q	8,1s	17,9l
	"İ" İngiliz çimi	İ	19,2	19,1	19,2pqr	21,2	29,5	25,4l-q	İ	20,2qr	24,3n-r	22,3kl
		İY	16,3	0,0	8,2s	17,9	0,0	9,0s	İY	17,1r	0,0t	8,6m
		İA	19,9	20,2	20,0pqr	21,4	28,1	24,7m-r	İA	20,6pqr	24,2n-r	22,4kl
		İAY	16,2	0,0	8,1s	17,5	0,0	8,7s	İAY	16,8r	0,0t	8,4m
	YılxSxÖ*	Ort.	22,8G	20,7G		42,7E	37,4F		SxÖ*	32,7	29,0	
	YılxS*	Ort.	21,7 D			40,1C			S*	30,9B		
Yıl (Y)	Ort.	39,8 B			53,8 A			46,8				
LSD Değerleri		Yıl: 2,6; Y*S: 3,7; Yıl*S*KŞ: 7,6; Yıl*S*Ö: 3,4					S:12,6; S*KŞ: 5,4; S*KŞ*Ö: 7,6					

* Aynı interaksyonlarda, aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

+ Aynı interaksyonlarda, aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Çizelge 3.26’de denemenin yürütüldüğü yıllar, tüm ortalamalara ait stoma iletkenliği 2021 yılında $39,8 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve 2022 yılında $53,8 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ olarak tespit edilmiş, ölçüm yılları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3.26). İklim verilerinde görülen yıllar arasındaki farklılıkların bu duruma sebep olduğu düşünülmektedir (Çizelge 2.2).

Tüm konulara ait deneme ortalaması $46,8 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ olarak saptanmıştır.

Birleştirilmiş yıllar stoma iletkenliğine sulamanın etkisi (S) istatistiksel olarak önemli olup (Çizelge 3.25), sulama yapılan tüm parsel ortalamalarında $62,7 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, kuru tarım yapılan parseller ortalamalarında ise $30,9 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir). Kuru tarım yapılan parsellerde ikinci ölçüm tarihinde bazı verilerin alınamaması ortalama değerleri düşürmüş olsada kuraklık stresinde stoma iletkenliğinin düştüğü gerçeğini etkilemediği düşünülmektedir.

İki yıllık veri ortalamalarında sulama konusu ile karışım şekli interaksyonunun ($S \times KŞ$) stoma iletkenliğine etkisi önemli olup, en fazla stoma iletkenliği, sulu tarım yapılan parsellerde ak üçgül bitkisinin İngiliz çimi ile girdiği karışım ekimine ait “Aİ: $94,8 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ” ölçüm ortalamalarından elde edilmiştir. Stoma iletkenliğinin sulama yapılan parsellerde $24,4 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile $94,8 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ arasında değiştiği ve en düşük değer İngiliz çiminin üçlü karışım şekli ortalamalarında saptanmıştır. Kuru tarım yapılan parsellerde en yüksek stoma iletkenliği değer yoncanın üçlü karışım şekli (YAİ: $54,9 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) ve diğer en yüksek değerlerinde yine yonca bitkisine ait diğer karışım şekillerinden elde edilmiştir (Çizelge 3.26).

Tenikecier (2019) koca fiğ baklagil yem bitkisi ile yürüttüğü benzer çalışmada yapraktaki stoma iletkenliğinin $80,63-138,30 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ arasında değiştiğini belirlemiştir. Çalışmamızda yer alan yonca ve ak üçgül bitkilerinin stoma iletkenliği değerlerinin, ifade edilen değer aralığı içinde olduğu tespit edilmiştir.

Birleştirilmiş yıllara ait $S \times KŞ \times Ö$ interaksyonu incelendiğinde en fazla stoma iletkenliği sulama yapılan parsellerde, ak üçgül bitkisinin İngiliz çimi ile girdiği ikili karışım (Aİ) şekline ait birinci ölçüm ($Ö_1$; $118,3 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) verilerinden elde edilmiştir. Sulu tarım yapılan parsellerde İngiliz çimine ait karışım şekillerinde stoma iletkenliğinin, diğer tür ve karışım şekillerinden daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, İngiliz çiminin birim yaprak alandaki (mm^2/adet) stoma yoğunluğunun düşük olmasıyla açıklanabilir (Çizelge 3.38). Tenikecier (2019), stoma iletkenliğinin yaprak yüzeyindeki stoma yoğunluğunun, stoma boyutlarının ve stoma açıklığının bir fonksiyonu olarak ortaya çıktığını ifade etmiştir. Kuru tarım yapılan parsellerde aynı tür ve karışımlarda stoma iletkenliğinin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Kuru tarım yapılan parsellerde İngiliz çiminin yonca ile girdiği ikili karışım (İY) ile üçlü karışım şekline (İAY) ait ikinci ölçümlerinde, kuraklık ve sıcaklığında etkisiyle her iki yılda da vejetatif gelişme gösteremediğinden veri elde edilememiştir. Aynı durum ak üçgülün üçlü karışım (AYİ) şekline ait ikinci yıl ikinci ölçümlerinde de saptanmıştır. Sulanmayan parsellerde en yüksek değer ise yonca bitkisine ait üçlü karışım şeklinin

(YAI;63,6 mmol m⁻²s⁻¹) ikinci ölçüm veri ortalamalarından elde edilmiştir. Ayrıca sulama yapılmayan parsellerde yonca bitkisinin diğer ölçüm ve karışım ortalamalarına ait stoma iletkenliği, diğer türlerin karışım şekillerine ait değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.26).

Tüm deneme ortalamaları incelendiğinde baklagil familyasına ait türlere ait (yonca, ak üçgül) stoma iletkenliğinin buğdaygil familyasına ait türden (İngiliz çimi) daha yüksek olduğu bulunmuştur (Çizelge 3.50). Bitkilerin yaprak anatomik yapısı ve stoma gözeneklerinin türler arasındaki farklılıklarının olması buna sebep gösterilebilir (Şekil 2.15.; Şekil 2.16.; Şekil 2.17.).

Tenikecier (2019), stoma iletkenliği, bitkinin yapraklarında CO₂ alımı gibi bitki bünyesinden atmosfere gaz alışverişini düzenleyen ve stoma adı verilen gözenek açıklığına bağlı olarak terleme yolu (transpirasyon) ile olan su kaybını tahmin etmede kullanılan bir fizyolojik seleksiyon parametresi olduğunu ifade etmiştir.

Murtaza vd. (2016), kuraklık stresinin, stoma iletkenliğinin azalmasına bağlı olarak CO₂ asimilasyon oranlarını giderek azalttığını ifade etmişlerdir.

Lambers, Chapin ve Pons (1998), sulamanın azalması yaprak su potansiyelini önemli derecede etkilemediğini çünkü su kıtlığında bitki üzerindeki herhangi bir olumsuz etkinin yapraklara ulaşmadan önce stoma iletkenliğini azalttığını belirtmişlerdir.

Başdemir ve Yıldırım (2020), sera koşullarında yetiştirilen nohut bitkisinde stoma iletkenliğinin, sıcak ve kurak koşullarda ıslahta önemli seçim parametresi olduğunu, tarla koşullarında da stresli ve stressiz ortamlarda incelenmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Khan, Link, Hocking ve Stoddard (2007), baklagiller familyasından olan bakla (*Vicia faba* L.) bitkisi üzerinde yürüttükleri çalışmada, kuraklık stresi altında stoma iletkenliğinin 53 mmol m⁻²s⁻¹, stresin olmadığı koşullarda 145 mmol m⁻²s⁻¹ olduğunu tespit etmişlerdir.

Birleştirilmiş yıllar analiz sonuçlarında (Çizelge 3.25), “Y” ve “YxS” varyasyon kaynağı önemli bulunduğu için 2021 ve 2022 yılları stoma iletkenliğine (mmol m⁻²s⁻¹) ait ortalama değerler ayrı ayrı analiz edilmiş ve uygulama konularının önemlilik grupları belirlenmiştir.

Araştırma konularından elde edilen stoma iletkenliği ortalamalarının 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.27’de, stoma iletkenliği (mmol m⁻²s⁻¹) verileri ve önemlilik grupları Çizelge 3.28’de verilmiştir.

Çizelge 3.27. Stoma iletkenliği ortalamalarının 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	2021				2022			
		Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F hesap	Prob> F	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F hesap	Prob> F
Tekerrür	3	101,441	33,814	0,8205	0,5627	239,514	79,8381	0,5477	0,6834
Su Konusu (S)	1	52103,1	52103	1264,23	<.0001**	30208,8	30208,8	207,233	0,0007**
Hata 1	3	123,64	41,213	0,742	0,5291	437,316	145,772	2,2812	0,083
Karışım Şekli (KŞ)	9	39217,8	4357,5	78,457	<.0001**	126646	14071,8	220,207	<.0001**
S x KŞ	9	14056,1	1561,8	28,12	<.0001**	7272,61	808,068	12,6453	<.0001**
Ölçüm (Ö)	1	1115,66	1115,7	20,088	<.0001**	8373,79	8373,79	131,04	<.0001**
S x Ö	1	2171,94	2171,9	39,106	<.0001**	3364,47	3364,47	52,6501	<.0001**
KŞ x Ö	9	3579,22	397,69	7,1604	<.0001**	25272,3	2808,04	43,9425	<.0001**
SxKŞxÖ	9	933,463	103,72	1,8674	0,0638	13523,4	1502,6	23,5139	<.0001**
Hata 2	114	6331,6	55,5			7284,89	63,9		
Genel	159	119734,0				222623			
VK		11,6				10,4			

SD: Serbestlik derecesi, VK: Varyasyon katsayısı. * ($p<0.05$), ** ($p<0.01$).

Çizelge 3.27. incelendiğinde, 2021 yılında stoma iletkenliği verilerine ait SxKŞxÖ interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz olup, diğer uygulama konuları ve interaksyonlar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. 2022 yılında ise tüm uygulama konuları ve interaksyonlar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Murtaza vd. (2016), kuraklık stresinin, stoma iletkenliğinin azalmasına bağlı olarak CO₂ asimilasyon oranlarını giderek azalttığını ifade etmişlerdir. Lambers, Chapin ve Pons (1998), sulamanın azalması yaprak su potansiyelini önemli derecede etkilemediğini çünkü su kıtlığında bitki üzerindeki herhangi bir olumsuz etkinin yapraklara ulaşmadan önce stoma iletkenliğini azalttığını belirtmişlerdir.

Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırmalarında (LSD), su konusunun dahil olduğu interaksyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.28. 2021 ve 2022 yılları stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) verileri ve önemlilik grupları

Su konusu (S)	Çeşit	Karışım Şekli (KŞ)	2021			Karışım Şekli (KŞ)	2022		
			Ölçüm (Ö)				Ölçüm (Ö)		
			SxKSxÖ	Ortalama			SxKSxÖ+	Ortalama	
			Ö1	Ö2			Ö1	Ö2	
			Ağus.	Eylül	SxKS ⁺		Tem.	Eylül	SxKS ⁺
Sulu	Y	Y	58,3	83,3	70,8b	Y	120,8b	98,5cd	109,7a
		Yİ	64,0	91,6	77,8b	Yİ	103,7c	100,3cd	102,0ab
		YAİ	66,5	83,5	75,0b	YAİ	86,7ef	116,2b	101,4b
	A	A	57,1	91,6	74,4b	A	117,8b	35,0l-o	76,4d
		Aİ	91,9	101,4	96,6a	Aİ	144,7a	41,2j-m	93,0 c
		AYİ	61,0	64,1	62,6c	AYİ	95,4cde	44,8jkl	70,1de
	İ	İ	33,1	47,9	40,5d	İ	26,1o-r	29,7n-q	27,9h
		İY	25,2	28,0	26,6fgh	İY	32,6m-p	28,2n-r	30,4h
		İA	33,7	27,3	30,5de	İA	44,0jkl	34,8 l-o	39,4g
		İAY	24,1	23,1	23,6ghı	İAY	21,9pqr	28,5n-r	25,2hı
	Ortalama	SxÖ*	51,5B	64,2A		SxÖ*	79,4 A	55,7B	
		S*	57,8 A			S*	67,5 A		
Kuru	Y	Y	27,1	37,3	32,2ef	Y	75,2g	77,7fg	76,5d
		Yİ	30,9	33,9	32,4ef	Yİ	75,6fg	57,5hı	66,5e
		YAİ	34,7	35,4	35,1de	YAİ	57,8hı	91,8ef	74,8d
	A	A	20,0	23,2	21,6hı	A	46,8ijk	38,3k-n	42,6g
		Aİ	23,5	21,5	22,5hı	Aİ	58,5h	51,1hıj	54,8f
		AYİ	19,8	16,2	18,0ı	AYİ	35,4l-o	0 s	17,7ı
	İ	İ	19,2	19,1	19,2ı	İ	21,2qr	29,5n-q	25,4hı
		İY	16,3	0,0	8,2j	İY	17,9r	0 s	9,0j
		İA	19,9	20,2	20,0hı	İA	21,4qr	28,1n-r	24,7hı
		İAY	16,2	0,0	8,1j	İAY	17,5r	0 s	8,7j
	Ortalama	SxÖ*	22,8C	20,7C		SxÖ*	42,7C	37,4 D	
		S*	21,7 B			S*	40,1 B		
LSD Değerleri		S:3,23; S*KŞ:7,34; SxÖ:3,28				S:6,08; SxKS:7,92; SxÖ:3,54; SxKSxÖ:11,2			

* Aynı yıl, aynı interaksyonlarda aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

+ Aynı yıl, aynı interaksyonlarda aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda stoma iletkenliğine sulamanın etkisi (S) incelendiğinde, denemenin ilk yılında tüm karışım ortalamalarına ait veri ortalaması, sulu tarımda $57,8 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, kuru tarımda ise $21,7 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ olarak elde edilmiştir. Denememin ikinci yılında ise sulu parsellerde ortalama değer $65,7 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, kuru parsellerde ise $40,1 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.28).

Su konusu x karışım şekli interaksyonu incelendiğinde, 2021 yılında sulama yapılan parsellerde en yüksek değer ak üçgülün İngiliz çimi ile girdiği ikili karışımından (Aİ: $96,6 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), en düşük değer ise İngiliz çimine ait üçlü karışım şeklinden (İAY: $23,6 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) elde edilmiştir. 2021 yılında kuru tarım yapılan parsellerde en yüksek stoma iletkenliği

değerlerinin yonca bitkisine ait üçlü karışım şekli ölçüm ortalamalarında ($35,1 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) saptanmıştır. 2022 yılında sulama yapılan parsellerde en yüksek değer, yonca bitkisinin tekli karışımından ($Y:109,7 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), en düşük değer ise İngiliz çimine ait üçlü karışım şeklinden ($\dot{I}AY: 25,2 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) elde edilmiştir. Kuru tarım yapılan parsellerde ise en yüksek stoma iletkenliği değerinin yonca yalın ($76,5 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) ile yoncanın üçlü karışım şeklinde ($74,8 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) tespit edilmiştir (Çizelge 3.28).

Yonca bitkisi ilk yıl yalın ekimle ikili ve üçlü karışım şekillerinde stoma iletkenliği bakımından sulu şartlara ait veriler aynı önemlilik grubunda yer alırken, su ve sıcaklık stresinin hâkim olduğu kuru koşullarda aynı önemlilik grubunda yer almadığı gözlemlenmiştir. Yonca bitkisine ait 2022 yılı verilerinde de ilk yıl verilerine benzerlik göstermektedir. Kuru tarım yapılan parsellerde en yüksek stoma iletkenliğinin yonca bitkisinin yalın ve karışım şekillerinden elde edildiği belirlenmiştir. Yoncanın toprak nemini en iyi şekilde kullanabilen kazık köklere sahip olması ve bünyesinde su tutma yeteneğinin yüksek olmasından kaynaklı stoma iletkenliğinde olumlu etki yaptığı, kuraklık ve sıcaklık stresini daha iyi tolere edebildiği düşünülmektedir. Düzenli yağış alan, suyun kısıtlayıcı bir faktör olmadığı bölgelerde bitki kökleri yüzlek, kurak bölgeler de ise topraktaki suyu alabilmek için çok gelişmiştir. Bitkilerin kök uzunluğu ve gelişmişliği ile kuraklığa dayanıklılık arasında geniş bir ilişki vardır (Açıkgöz, 2021).

Su konusu x ölçüm ($S \times \ddot{O}$) interaksiyonların da en fazla stoma iletkenliği 2021 yılında sulama yapılan parsellerin ikinci ölçüm ortalamalarından ($64,2 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), 2022 yılında ise sulama yapılan parsellerin birinci ölçüm ortalamalarından ($79,4 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) elde edilmiştir.

Çizelge 3.28’de “ $S \times K \times \ddot{O}$ ” üçlü interaksiyonuna ait veri ortalamaları arasındaki fark 2021 yılında istatistiksel olarak önemsiz, 2022 yılında ise önemli bulunmuştur. 2021 yılında en yüksek değer sulama yapılan parsellerde, ak üçgül bitkisinin İngiliz çimi ($\dot{I}A$) ile girdiği ikinci ölçüm ($\ddot{O}_2: 101,4 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) verilerinden elde edildiği gözlemlenmiştir. 2022 yılında da en yüksek değer sulama yapılan parsellerde ak üçgülün İngiliz çimi ($\dot{I}A$) ile girdiği karışım şekline ait birinci ölçüm ($\ddot{O}_1: 144,7 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) deneme ortalamasından elde edildiği saptanmıştır. Kuru tarım yapılan parsel ortalamalarında ölçülen değerlerde, İngiliz çiminin yonca ile girdiği ikili ($\dot{I}Y$) ve üçlü karışımında ($\dot{I}AY$); ak üçgülün girdiği üçlü karışım şekillerinde yaz periyodunda gelişme gösteremediğinden değerler “0” olarak girilmiştir (Çizelge 3.28). Buna sebep kuru koşullar altında bitkilerin daha fazla rekabete girmesi ve yoncanın rekabet gücünün yüksek olmasından kaynaklı diğer bitkilerin gelişimini engellemiş olabileceği

düşünülmektedir. Thomas (1984), mera örtüsünde yer alan ak üçgülün rekabet gücünün, çiftlik üretimini ciddi şekilde etkileyen kuraklık stresli ortamlarda önemli ölçüde azaldığını göstermiştir.

Türlere ait ölçüm verileri arasında farklılıkların olması yanında türlerin karışım şekilleri arasında da aynı tür içinde farklılıkların olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 3.28). Tür farklılığına sebep, bitkilerin sahip oldukları birim alandaki stoma yoğunluğu ve stoma ebatları farklılığından kaynaklanmış olabilir.

3.4.3. Klorofil içeriği (SPAD)

Pask vd. (2012), yapraktaki klorofil içeriğini çeşitli özel cihazlarla doğrudan ölçülebildiğini, bunlardan en yaygın olanının kullanımı kolay elde taşına bilen SPAD ölçer olduğunu, yerleşik ışık kaynaklılarına (aktif sensörler) sahip olduğunu ve bu nedenle her koşulda kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Araştırma konularından elde edilen birleştirilmiş yıllar klorofil içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 3.29’de, ortalama değerler (SPAD) ve önemlilik grupları Çizelge 3.30’de verilmiştir.

Çizelge 3.29. Birleştirilmiş yıllar klorofil içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları

VK	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Prob> F
Y (Yıl)	1	2355,7	2355,7	80,5649	0,0001**
Hata 1	6	129,552	21,5921	0,7384	0,6389
S (Su Konusu)	1	16517,6	16517,6	564,9021	<.0001**
Y x S	1	1843,44	1843,44	63,0457	0,0002**
Hata 2	6	175,439	29,2398	1,3857	0,2212
KŞ (Karışım Şekli)	9	31674	3519,34	166,7907	<.0001**
YxKŞ	9	2327,93	258,659	12,2585	<.0001**
S x KŞ	9	5206,64	578,516	27,4174	<.0001**
Y x KŞ	9	602,767	66,9741	3,1741	0,0012**
Ölçüm (Ö)	1	2026,24	2026,24	96,0287	<.0001**
YxÖ	1	1,48104	1,48104	0,0702	0,7913
S x Ö	1	1589,41	1589,41	75,3264	<.0001**
Y x S x Ö	1	9,60152	9,60152	0,455	0,5006
KŞxÖ	9	2254,71	250,523	11,873	<.0001**
YxKŞxÖ	9	1949,69	216,632	10,2668	<.0001**
SxKŞxÖ	9	3401,61	377,956	17,9124	<.0001**
YxSxKŞxÖ	9	1567,7	174,188	8,2552	<.0001**
Hata 3	228	4810,873	21,1		
Genel	319	78444,4			
VK (%)			10,9		

SD: Serbestlik derecesi; VK: Varyasyon katsayısı, ** ($p < 0.01$).

Klorofil içeriği yönünden; yıl x ölçüm, yıl x su konusu x ölçüm interaksyonu istatistiki

anlamda önemsiz, diğer uygulama konuları ve interaksionlar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.29). Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırmalarında (LSD), su konusunun dahil olduğu interaksionlar değerlendirmeye alınmıştır (Çizelge 3.30).

Çizelge 3.30. Birleştirilmiş yıllar klorofil içeriğine ilişkin ortalama değerler (SPAD) ve önemlilik grupları

Su konusu (S)	Karışım Şekli (KŞ)	Klorofil içeriği (SPAD)										
		2021					2022			Birleştirilmiş yıl		
		Ölçüm (Ö)		Yıl	Ölçüm (Ö)		Yıl	Ölçüm (Ö)		Deneme		
		Ö1	Ö2	Ort.	Ö 1	Ö 2	Ort.	Ö1	Ö2	Ort.		
Çeşit		YxSxKŞ ⁺					YxSxKŞ ⁺		SxKŞxÖ ⁺		SxKŞ ⁺	
Sulu	Y	Y	54,3	51,2	52,8	61,4	60,3	60,8a	Y	57,8bc	55,8bcd	56,8a
		Yİ	60,7	53,5	57,1ab	57,5	64,9	61,2a	Yİ	59,1ab	59,2ab	59,1a
		YAİ	62,1	52,5	57,3a	63,4	59,1	61,2a	YAİ	62,7a	55,8bcd	59,3a
	A	A	52,8	51,9	52,4de	52,5	52,7	52,6cd	A	52,7def	52,3d-g	52,5b
		Aİ	54,0	43,0	48,5def	48,5	55,1	51,8def	Aİ	51,3e-h	49,0f-ı	50,2bc
		AYİ	44,4	51,1	47,8fg	44,9	54,1	49,5def	AYİ	44,7ı-m	52,6def	48,6c
	İ	İ	44,5	42,2	43,4gh	42,4	35,5	39,0h-l	İ	43,4j-n	38,9opq	41,2fg
		İY	37,3	42,7	40,0h-k	39,1	34,6	36,9kl	İY	38,2pq	38,6pq	38,4gh
		İA	43,9	52,0	48,0ef	42,5	41,8	42,1hı	İA	43,2k-o	46,9h-k	45,1de
		İAY	38,9	44,9	41,9hıj	44,8	35,4	40,1h-k	İAY	41,9l-p	40,2m-q	41,0fg
YxSxÖ	Ort.	49,3	48,5		49,7	49,3		SxÖ*	49,5 A	48,9A		
YxS*	Ort.	48,9A			49,5A			S*	49,2 A			
Kuru	Y	Y	48,6	35,9	42,2hı	58,3	56,0	57,2ab	Y	53,4c-f	46,0ı-l	49,7bc
		Yİ	39,9	46,8	43,4gh	55,9	58,7	57,3a	Yİ	47,9	52,8def	50,3bc
		YAİ	40,9	34,5	37,7ı-l	57,4	57,3	57,3a	YAİ	49,2f-ı	45,9ı-l	47,5cd
	A	A	38,3	30,8	34,6lm	48,7	52,4	50,6def	A	43,5j-n	41,6l-p	42,6ef
		Aİ	32,0	24,9	28,4n	47,4	53,5	50,4def	Aİ	39,7n-q	39,2n-q	39,4fg
		AYİ	19,3	20,2	19,8	43,4	0,0	21,7o	AYİ	31,4st	10,1u	20,7j
	İ	İ	33,2	28,9	31,1mn	39,9	35,0	37,5jkl	İ	36,6qr	32,0st	34,3ı
		İY	25,6	0,0	12,8q	30,7	0,0	15,3pq	İY	28,1t	0,0v	14,1k
		İA	38,9	30,3	34,6lm	37,4	36,8	37,1kl	İA	38,2pq	33,5rs	35,9hı
		İAY	25,5	0,0	12,8q	30,4	0,0	15,2q	İAY	28,0t	0,0v	14,0k
YxSxÖ	Ort.	34,2	25,2		44,9	35,0		SxÖ*	39,6B	30,1C		
YxS*	Ort.	29,7C			40,0B			S*	34,8B			
Yıl (Y)*	Ort.	39,3 B			44,8A				42,05			
LSD Değerleri		Y: 1,5; Y*S: 2,1; Y*S*KŞ: 4,5						S:1,5; S*Ö:1,4; S*KŞ:3,2; S*KŞ*Ö:4,5				

* Aynı interaksionlarda, aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

+ Aynı interaksionlarda, aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Çizelge 3.30'da denemenin yürütüldüğü yıllar, tüm ortalamalara ait klorofil içeriği 2021

yılında 39,3 (SPAD değeri) ve 2022 yılında 44,8 (SPAD değeri) olarak tespit edilmiş, ölçüm yılları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3.30). Araştırmada 2022 yılında ilk yıla oranla daha yüksek SPAD değeri elde edilmiş olup, denemenin yıl ortalamasına ait klorofil içeriği 42,05 SPAD olarak ölçülmüştür. İklim verilerinde görülen yıllar arasındaki farklılıklar, ölçüm yapıldığı tarihlerdeki aylık sıcaklık ve nispi nem oranı farklılıkları bu duruma sebep olduğu düşünülmektedir (Çizelge 2.2).

Birleştirilmiş yıllar klorofil içeriğine sulamanın etkisi (S) istatistiksel olarak önemli olup (Çizelge 3.29), sulama yapılan tüm parsel ortalamalarında 49,2 SPAD değeri, kuru tarım yapılan parseller ortalamalarında ise 34,8 SPAD değeri olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.30).

Birleştirilmiş yıl verileri incelendiğinde, sulama konusu ile karışım şekli interaksiyonunda (SxKŞ) en fazla klorofil içeriğinin sulu tarım yapılan parsellerde yoncanın üçlü karışımı (YAİ: 59,3) ve İngiliz çimi ile girdiği ikili karışımı (Yİ:59,1) ile yalın yonca (Y:56,8) ekimine ait ölçüm ortalamalarında saptanmıştır. Klorofil içeriği sulama yapılan parsellerde 59,3 SPAD ile 41,0 SPAD değerleri arasında, kuru tarım yapılan parsellerde ise 50,3 SPAD ile 14,0 SPAD değerleri arasında değişmiştir (Çizelge 3.30).

Birleştirilmiş yıllara ait SxKŞxÖ interaksiyonu incelendiğinde deneme alanına ait klorofil içerikleri hem çeşitler hem de karışım şekilleri arasında farklılıklar bulunmuştur. Deneme alanına ait klorofil içeriği değerlerinin, veri alınmayan karışım ortalamaları hariç tutularak 62,7 ile 10,1 SPAD değerleri arasında değiştiği saptanmıştır. En fazla klorofil içeriği sulama yapılan parsellerde, yonca bitkisinin üçlü karışım (YAİ) şekline ait birinci ölçüm (Ö1) verilerinden elde edilmiştir. Kuru tarım yapılan parsellerde, İngiliz çiminin yonca ile girdiği ikili karışım (İY:0) ile üçlü karışım şeklinde (İAY:0) her iki yılda da yaz kuraklık periyodunun daha etkili olduğu ikinci ölçüm tarihlerinde veri alınamamıştır. Bu durum ak üçgül bitkisinin ikinci yılki ikinci ölçümlerinde üçlü karışım şeklinde de rastlanılmıştır (Çizelge 3.30). Bu durumun, kuru tarım yapılan parsellerde stres koşulları (kuraklık, sıcaklık) artıkça bu bitkilerin yonca ile rekabete giremediğinden kaynaklı olduğu ve bitkinin stresten korunmak için stresten kaçış tepkimesi vererek, toprak neminin ve sıcaklığının uygun olduğu döneme kadar durgunluk (uyku) dönemine girdiği düşünülmektedir. Ayrıca, yonca bitkisinin rekabet gücünün yüksek olmasından kaynaklı stres koşulları altında komşu bitkilerin (ak üçgül, İngiliz çimi) gelişimini engellemiş olabileceği, kuraklık yanında sıcaklığında etkili olduğu yaz periyodunda etkin kök uzunluğu sayesinde su kullanım verimliliğinin yüksek olduğu ve bu özelliğinden dolayı stresi tolere edebilme kabiliyeti sergileyerek canlılığını devam ettirdiği düşünülmektedir. Bakır

(1985), yem bitkisinin rekabet indeksinin 1-4 arasında değiştiğini, değer artıkcı rekabet gücünün arttığını; yoncanın rekabet indeksinin “4”, ak üçgül bitkisinin “2” ve İngiliz çiminin “2” olduğunu ifade etmişlerdir.

Stres koşulları altında yapraktaki klorofil içeriğinin, bitki türlerinin farklı gelişme dönemlerinde ve çeşitler arasında nasıl bir değişim gösterdiği ile ilgili bilimsel çalışmalar yürütülmüş olup (Balkan, 2011; Öztürk, 2011; Tenikecier, 2019), stres koşulları altında klorofil içeriğinin düştüğünü ifade etmişlerdir.

Birleştirilmiş yıllar analiz sonuçlarında (Çizelge 3.29), “Y” ve “YxS” varyasyon kaynağı önemli bulunduğu için 2021 ve 2022 yılları klorofil içeriğine (SPAD) ait ortalama değerler ayrı ayrı analiz edilmiş ve uygulama konularının önemlilik grupları belirlenmiştir.

Klorofil içeriği ortalamalarının 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.31’de, klorofil içeriği (SPAD) verileri ve önemlilik grupları Çizelge 3.32’de verilmiştir.

Çizelge 3.31. Klorofil içeriği ortalamalarının 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	2021				2022			
		Kareler Toplam	Kareler Ortalaması	F hesap	Prob> F	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F hesap	Prob> F
Tekerrür	3	92,1512	30,7171	1,3286	0,4105	37,6117	12,5372	0,3513	0,7934
Su Konusu (S)	1	14698,6	14698,6	635,7496	0,0001**	3661,39	3661,39	102,592	0,0021**
Hata 1	3	69,3603	23,1201	0,8061	0,493	107,066	35,6887	2,635	0,0532
Karışım Şekli (KŞ)	9	9931,19	1103,47	38,4716	<.0001**	24071,1	2674,57	197,474	<.0001**
S x KŞ	9	1726,27	191,808	6,6873	<.0001**	4083,31	453,701	33,4984	<.0001**
Ölçüm (Ö)	1	959,077	959,077	33,4376	<.0001**	1067,45	1067,45	78,8139	<.0001**
S x Ö	1	675,972	675,972	23,5673	<.0001**	924,723	924,723	68,2758	<.0001**
KŞ x Ö	9	835,357	92,8174	3,236	0,0016**	3370,15	374,461	27,6478	<.0001**
SxKŞxÖ	9	1950,63	216,736	7,5564	<.0001**	3019,54	335,505	24,7716	<.0001**
Hata 2	114	3269,8	28,7			1544,008	13,544		
Genel	159	34208,4				41886,346			
VK (%)			13,6				8,23		

SD: Serbestlik derecesi; VK: Varyasyon katsayısı, ** ($p<0.01$).

Çizelge 3.31. incelendiğinde, 2021 ve 2022 yılı tüm uygulama konuları ve

interaksiyonlar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırmalarında (LSD), su konusunun dahil olduğu interaksiyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.32. 2021 ve 2022 yılları klorofil içeriği (SPAD) verileri ve önemlilik grupları

Su konusu (S)	Çeşit	Karışım Şekli (KŞ)	2021			Karışım Şekli (KŞ)	2022		
			Ölçüm (Ö)+				Ölçüm (Ö)+		
			Ö1	Ö2	Ortalama		Ö1	Ö2	Ortalama
			SxKŞxÖ+	SxKŞ+	SxKŞxÖ+		SxKŞ+		
Sulu	Y	Y	54,3bc	51,2c-f	52,8ab	Y	61,4abc	60,3a-d	60,8ab
		Yİ	60,7ab	53,4bc	57,1a	Yİ	57,5c-g	64,9a	61,2a
		YAİ	62,1a	52,5c	57,3a	YAİ	63,4ab	59,1b-e	61,2a
	A	A	52,8c	51,9cde	52,4ab	A	52,5ghı	52,7gh	52,6d
		Aİ	54,0bc	43,0g-k	48,5bc	Aİ	48,5h-k	55,1efg	51,8d
		AYİ	44,4e-j	51,1c-f	47,8bc	AYİ	44,9j-m	54,1efg	49,5d
	İ	İ	44,5e-j	42,2g-k	43,4cd	İ	42,4l-o	35,5qrs	39,0ef
		İY	37,3j-o	42,7g-k	40,0de	İY	39,1n-r	34,6rs	36,9f
		İA	43,9f-j	52,0cd	48,0bc	İA	42,5l-o	41,8m-p	42,1e
		İAY	38,9ı-n	44,9d-ı	41,9de	İAY	44,8j-m	35,4qrs	40,1ef
Ortalama	SxÖ*	49,3A	48,5A		SxÖ*	49,7A	49,3A		
	S	48,9 A			S*	49,5 A			
Kuru	Y	Y	48,6c-g	35,9k-p	42,2de	Y	58,3b-f	56,0d-g	57,2c
		Yİ	39,9h-m	46,8c-h	43,4cd	Yİ	55,9d-g	58,7b-e	57,3bc
		YAİ	40,9h-l	34,5lp	37,7ef	YAİ	57,4c-g	57,3c-g	57,3bc
	A	A	38,3ı-n	30,8opq	34,6fg	A	48,7hıj	52,4ghı	50,6d
		Aİ	32,0n-q	24,9qr	28,4h	Aİ	47,4ı-l	53,5fgh	50,4d
		AYİ	19,3r	20,2r	19,8ı	AYİ	43,4k-n	0,0t	21,7g
	İ	İ	33,2m-p	28,9pq	31,1gh	İ	39,9m-q	35,0qrs	37,5f
		İY	25,5qr	0,0s	12,8j	İY	30,7s	0,0t	15,3h
		İA	38,9ı-n	30,3opq	34,6fg	İA	37,4o-r	36,8pqr	37,1f
		İAY	25,5qr	0,0s	12,8j	İAY	30,4s	0,0t	15,2h
Ortalama	SxÖ*	34,2B	25,2C		SxÖ*	44,9B	35,0C		
	S*	29,7 B			S*	40,0 B			
LSD Değerleri		S:2,4; S*KŞ:5,3; SxÖ:2,4; SxKŞxÖ:7,5				S:3,0; SxKŞ:3,7; SxÖ:1,6; SxKŞxÖ:5,2			

LSD: Asgari önemli fark. Y: yonca; A: ak üçgül; İ: İngiliz çimi

* Aynı interaksiyonlarda aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

+ Aynı interaksiyonlarda aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda klorofil içeriğine sulamanın etkisi (S)

incelendiğinde, denemenin ilk yılında tüm karışım ortalamalarına ait veri ortalaması, sulu tarımda 48,9, kuru tarımda ise 29,7 SPAD olarak elde edilmiştir. Denememin ikinci yılında ise SPAD değerleri sulu parsellerde ortalama 49,5, kuru parsellerde ise 40,0 SPAD değeri olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.32). Denemenin ikinci yılında her iki su konusunda da klorofil verilerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Bu duruma sebep, 2022 yılının daha sıcak ve kurak geçen bir yıl olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 2.2).

Su konusu x karışım şekli interaksyonu incelendiğinde (S x KŞ), 2021 yılında klorofil içeriğinin 57,3 SPAD ile 12,8 SPAD değeri arasında değiştiği gözlemlenmiştir. 2021 yılında sulama yapılan parsellerde en yüksek değer yonca bitkisinin üçlü karışımlarından (YAİ: 57,3 SPAD) ve ikili (Yİ:57,1 SPAD) karışımlarından, en düşük değer ise İngiliz çiminin yonca ile girdiği ikili karışım şeklinde (İY: 40,0 SPAD) tespit edilmiştir. 2021 yılında sulama yapılmayan parsellerde en yüksek klorofil içeriği değerin yonca bitkisinin ikili karışım şeklinden (Yİ: 43,4 SPAD) elde edilmiştir. 2022 yılında klorofil içeriğinin 15,2 SPAD-61,2 SPAD değeri arasında değiştiği saptanmıştır. 2022 yılında sulama yapılan parsellerde en yüksek değer yonca bitkisinin ikili karışımı (Yİ: 61,2 SPAD) ile üçlü karışım (YAİ: 61,2 SPAD), sulama yapılmayan parsellerde ise yonca bitkisinin ikili (Yİ:57,3 SPAD) ve üçlü karışım şeklinden (YAİ:57,3 SPAD) elde edilmiştir. Her iki su konusunda da en yüksek klorofil içeriği değerlerinin yonca bitkisine ait karışım şekillerinden elde edildiği saptanmıştır (Çizelge 3.32).

Balkan (2011), buğday bitkisinde kuraklıkla ilgili yürüttüğü çalışmada, klorofil içeriğinin 39,01-47,40 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Öztürk (2011) buğday çeşit ve genotiplerinde kuraklık stresi uygulamalarının bitkinin üç gelişme döneminde de etkili olduğunu ve en yüksek klorofil içeriğinin 55,23 ile kuraklık stresi uygulanmayan parsellerde, en düşük değerin ise 48,8 ile kuraklık stres uygulaması yapılan parsellerden elde ettiğini bildirmiştir. Araştırmacılara ait bu değerler, çalışmamızda yürütülen İngiliz çimi buğdaygil yem bitkisine ait değerlerle farklılıkların olduğu bunda da bitki tür farklılığı, genetik yapı farklılığı ve iklimsel farklılıkların bu duruma sebep olduğu düşünülmektedir.

Tenikecier (2019), baklagil yem bitkisi olan koca fiğde farklı ekim zamanlarında yapraktaki klorofil içeriğinin farklılık gösterdiğini ve tüm uygulama konularına ait deneme ortalamasını 50,7 SPAD olarak elde etmiştir. Araştırmacının bulduğu bu değer, çalışmamızda yer alan baklagil yem bitkisine ait değerlerle bazı ölçümlerde benzerlik bazıları ile farklılık gösterdiği saptanmıştır. Bu farklılığa; bitki türünün, ölçüm zamanının, iklim faktörlerinin ve sulama konusunun neden olduğu düşünülmektedir.

Su konusu x ölçüm (S x Ö) interaksyonların da en fazla klorofil içeriği 2021 yılında sulama yapılan parsellerin birinci (49,3 SPAD) ve ikinci ölçüm ortalamalarından (48,5 SPAD), 2022 yılında da sulama yapılan parsellerin birinci ölçüm (49,7 SPAD) ve ikinci ölçüm ortalamalarından (49,3 SPAD) elde edilmiştir.

Çizelge 3.32’da SxKŞxÖ üçlü interaksyonuna ait veri ortalamaları arasındaki fark her iki yılda da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 2021 yılında en yüksek klorofil içeriğinin sulama yapılan parsellerde yonca bitkisinin üçlü karışımına ait (YAİ) birinci ölçüm (Ö₁: 62,1 SPAD) verilerinden, en düşük değerin ise sulama yapılmayan parsellerde ak üçgül bitkisinin üçlü karışım şekillerine ait birinci (19,3 SPAD) ve ikinci ölçümlerinde (20,2 SPAD) saptanmıştır. 2021 yılında kuru tarım yapılan parsellerde İngiliz çiminin yonca ile girdiği ikili (İY) ve üçlü karışımlarında (İAY) bitki vejetasyonunda yer almadığından veri “0” olarak değerlendirilmiştir. 2022 yılında en yüksek değerin sulama yapılan parsellerde yonca bitkisinin “Yİ” karışım şekline ait ikinci ölçüm (Ö₂:64,9 SPAD), en düşük değerin ise sulama yapılmayan parsellerde, İngiliz çiminin “İY” karışım şekli “Ö₁:30,7 SPAD” ile “İAY” karışım şekli “Ö₁:30,4 SPAD” veri ortalamalarında saptanmıştır.

Murtaza vd. (2016), klorofilin fotosentez için önemli kloroplast bileşenlerinden biri olduğunu ve klorofil içeriğinin fotosentez hızıyla pozitif bir ilişkisi olduğunu belirtmiştir.

Balkan (2011) buğday bitkisinde kuraklık ile ilgili yürüttüğü çalışmasında, buğdayda başaklanma döneminde klorofil içeriğinin 39,01-47,40 SPAD değerleri arasında değiştiğini, kuraklık şiddeti artıkça SPAD değerlerinin düştüğünü ifade etmiştir.

Araştırmamızda karışım şekilleri arasında da klorofil içeriği bakımından bazı farklılıklar olduğu gibi ölçüm zamanında alınan veriler arasında da farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu durum, aylar arasındaki sıcaklık farklılığından kaynaklanmış olabilir (Çizelge 2.2). Çeşitli çalışmaların sonuçları, yüksek CO₂ yoğunluğu ve sıcaklığın, patates yapraklarının klorofil içeriğinde bir azalmaya (Bunce, 2001; Lawson vd., 2001), bir artışa (Bindi vd., 2002) veya hiçbir değişikliğe (Donnelly, Craigon, Black, Colls ve Landon, 2001) neden olmadığını göstermektedir. Bindi vd. (2002), artan CO₂ konsantrasyonu ve ışık yoğunluğunda patates yapraklarındaki klorofil içeriğinin, normal koşullar altındaki bitkilerinkinden ortalama %9,3 daha düşük olduğunu bildirmiştir.

3.4.4. Bağlı Su İçeriği (%)

Araştırma konularından elde edilen birleştirilmiş yıllar bağlı su içeriği (%) ait varyans

analizi sonuçları Çizelge 3.33’de, ortalama değerler ve önemlilik grupları Çizelge 3.34’de verilmiştir.

Naroui Rad, Mihdzar, Rafii, Jaafar ve Danaee (2013), bağıl su içeriğinin (RWC) bitkilerde su stresinin etkilerini belirlemede önemli bir parametre olduğunu ve su stresi artıkça bağıl su içeriğinin düştüğünü ifade etmişlerdir.

Çizelge 3.33. Birleştirilmiş yıllar bağıl su içeriği (%) verilerine ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Prob> F
Y (Yıl)	1	90,8445	90,8445	5,997	0,0499*
Hata 1	6	386,363	64,3938	1,8623	0,2342
S (Su Konusu)	1	39830	39830	1856,868	<.0001**
Y x S	1	245,175	245,175	17,9316	0,0055**
Hata 2	6	147,29	24,5484	0,7313	0,6249
KŞ (Karışım Şekli)	9	23234,5	2581,61	82,2493	<.0001**
YxKŞ	9	2671,72	296,858	8,2712	<.0001**
S x KŞ	9	15375,7	1708,41	52,5949	<.0001**
Y x KŞ	9	995,724	110,636	3,6907	0,0002**
Ölçüm (Ö)	1	2028,6	2028,6	88,9123	<.0001**
YxÖ	1	847,928	847,928	31,6946	<.0001**
S x Ö	1	2543,08	2543,08	99,5466	<.0001**
Y x S x Ö	1	189,882	189,882	10,8164	0,0012**
KŞxÖ	9	9430,06	1047,78	31,164	<.0001**
YxKŞxÖ	9	2034,96	226,106	6,1339	<.0001**
SxKŞxÖ	9	16249,5	1805,5	55,881	<.0001**
YxSxKŞxÖ	9	1821,6	202,401	6,7326	<.0001**
Hata 3	228	8741,18	38,34		
Genel	319	126864,11			
VK (%)			9,3		

SD: Serbestlik derecesi; VK: Varyasyon katsayısı, * ($p<0.05$), ** ($p<0.01$).

Çizelge 3.33 incelendiğinde, yıl konusu %5 düzeyinde önemli, diğer uygulama konuları ve interaksiyonlar %1 düzeyinde önemlidir. Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırmalarında (LSD), su konusunun dahil olduğu interaksiyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.34. Birleştirilmiş yıllar bağıl su içeriğine ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları

Su konusu (S)	Karışım Şekli (KŞ)	Bağıl su içeriği (%)										
		2021			2022			Birleştirilmiş yıl				
		Ölçüm (Ö)		Yıl	Ölçüm (Ö)		Yıl	Ölçüm (Ö)		Deneme		
		Ö1	Ö2	Ort.	Ö 1	Ö 2	Ort.	Ö1	Ö2	Ort.		
Çeşit		YxSxKŞ					YxSxKŞ +	KŞ	SxKŞxÖ+		SxKŞ+	
Sulu	Yonca (Y)	Y	82,0	83,9	82,9a	77,8	75,8	76,8b-e	Y	79,9ab	79,8ab	79,9a
		Yİ	83,2	78,2	80,7ab	80,5	77,8	79,2abc	Yİ	81,8a	78,0abc	79,9a
		YAI	82,0	76,9	79,4abc	78,5	79,3	78,9a-d	YAI	80,3ab	78,1abc	79,1a
	Ak üçgül (A)	A	77,8	79,9	78,9a-d	82,7	75,1	78,9a-d	A	80,3ab	77,5abc	78,9ab
		AI	76,3	76,0	76,2b-e	83,7	75,8	79,7abc	AI	80,0ab	75,9b-e	78,0ab
		AYİ	78,6	80,7	79,6abc	78,9	74,0	76,4b-e	AYİ	78,7ab	77,4a-d	78,0ab
	İngiliz çimi (İ)	İ	78,0	71,9	74,9c-f	77,4	78,7	78,0a-e	İ	77,7abc	75,3b-e	76,5abc
		İY	70,3	77,0	73,7d-g	73,5	79,7	76,6b-e	İY	71,9d-g	78,4ab	75,1bc
		İA	70,3	75,8	73,1efg	75,9	78,5	77,2b-e	İA	73,1c-f	77,2a-d	75,1bc
		İAY	61,7	77,8	69,8fgh	75,3	78,4	76,8b-e	İAY	68,5f-ı	78,1abc	73,3c
	YxSxÖ*	Ort.	76,0A	77,8A		76,0A	77,8A		SxÖ*	77,2A	77,6A	
	YxS*	Ort.	76,9 A			77,9 A			S*	77,3 A		
Kuru	Yonca (Y)	Y	66,8	79,1	73,0efg	65,4	63,2	64,3h-ı	Y	66,1hı	71,1e-h	68,6d
		Yİ	63,3	74,5	68,9gh	71,4	67,1	69,2gh	Yİ	67,3ghı	70,8e-h	69,0d
		YAI	57,8	68,4	63,1ı-m	72,6	62,2	67,4hı	YAI	65,2ı	65,3ı	65,3de
	Ak üçgül (A)	A	59,8	69,5	64,6h-k	57,3	65,6	61,5j-n	A	58,5jk	67,6ghı	63,0e
		AI	61,8	64,3	63,1ı-m	64,3	67,8	66,0hıj	AI	63,1ıj	66,1hı	64,6e
		AYİ	54,5	54,7	54,6o	57,3	0,0	28,6p	AYİ	55,9k	27,4ı	41,6g
	İngiliz çimi (İ)	İ	56,3	59,0	57,7mno	62,7	55,4	59,0ı-o	İ	59,5jk	57,2k	58,3f
		İY	61,9	0,0	30,9p	52,5	0,0	26,2p	İY	57,2k	0,0m	28,6h
		İA	58,5	61,0	59,7k-o	56,4	58,4	57,3no	İA	57,4k	59,6jk	58,5f
		İAY	55,0	0,0	27,5p	55,6	0,0	27,8p	İAY	55,3k	0,0m	27,7h
	YxSxÖ*	Ort.	59,6B	53,1C		61,5B	44,0D		SxÖ*	60,6B	48,5C	
	YxS*	Ort.	56,3B			52,7 C			S*	54,5B		
Yıl (Y)*	Ort.	66,6 A			65,3 B				65,9			
LSD Değerleri		Yıl:1,3; Yıl*S: 1,8; Yıl*S*KŞ:5,5; Yıl*S*Ö:2,4							S:1,3; S*Ö:1,7;S*KŞ:3,9; S*KŞ*Ö:4,5			

* Aynı interaksiyonlarda, aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

+ Aynı interaksiyonlarda, aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Çizelge 3.34’de denemenin yürütüldüğü yıllarda tüm ortalamalara ait bağıl su içeriği; 2021 yılında %66,9, 2022 yılında %65,3 olarak tespit edilmiş, ölçüm yılları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3.34). İklim verilerinde görülen yıllar arasındaki farklılıkların bu duruma sebep olduğu düşünülmektedir (Çizelge 2.2). Tüm konulara ait yıllar ortalamasında bağıl su içeriğinin %65,9 olarak belirlenmiştir.

Birleştirilmiş yıllar bağıl su içeriğine sulamanın etkisi (S) istatistiksel olarak önemli olup (Çizelge 3.33), sulama yapılan tüm parsel ortalamalarında %77,3, kuru tarım yapılan parseller ortalamalarında ise %54,5 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.34). Her iki yılda da kuru tarım

yapılan parsellerde ikinci ölçümlerde bazı verilerin alınamaması bağıl su içeriği ortalamalarını düşürmüş olsa da her iki su konusunda da farklılıklar oluşmuştur.

Birleştirilmiş yıllara ait, sulama konusu ile karışım şekli interaksyonu (SxKŞ) incelendiğinde en fazla bağıl su içeriği, sulu tarım yapılan parsellerde yoncanın tekli, ikili ve üçlü karışım ortalamalarından elde edildiği (%79,9; %79,1) ve sulanan parsellerde bağıl su içeriği değerlerinin %73,3- %79,9 değeri arasında değiştiği saptanmıştır. Kuru tarım yapılan parsellerde bağıl su içeriği değerlerinin %0 ile %69,0 değerleri arasında değiştiği, en yüksek değerin yonca bitkisinin İngiliz çimi ile girdiği ikili karışım şeklinden (Yİ) elde edildiği ve bu değeri aynı önemlilik grubunda yer alan yoncanın yalın ve üçlü karışım (YAİ) ekilişinin izlediği gözlemlenmiştir (Çizelge 3.34). Yoncanın kazık köklü bir bitki olmasından kaynaklı topraktaki nemi bitki bünyesinde tutarak su kullanım verimliliğini artırdığını ve bu özelliğinin stres koşullarını daha iyi tolere edebilmesine olanak sağladığına atıfta bulunulabilir. Öztürk (2021), yonca bitkisi ile ilgili yürüttüğü bir araştırmada, normal yağış koşullarına bağlı bitkilerin sulanan parsellerden daha az kök gelişimi gösterdiğini, fakat bu parsellerde bitki kök derinliğinin 120 cm kadar uzadığını ve en kurak dönemlerde bile topraktaki neme ulaşabilmek için kökün derinlere doğru büyüme gösterdiğini ifade etmiştir.

Kuru tarım yapılan parsellerde en yüksek bağıl su içeriğinin yonca bitkisine ait değerlerde olduğu (Çizelge 3.34), bu durumun kurak ve sıcak stresini daha iyi tolere edebildiğinin göstergesi olarak, bitki büyümesine de (verim) olumlu etki (Blum, 2009) yaptığı düşünülmektedir (Çizelge 3.2).

Birleştirilmiş yıllara ait SxKŞxÖ interaksyonu incelendiğinde deneme alanına ait bağıl su içeriklerinin hem çeşitler hem de karışım şekilleri arasında farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Deneme alanına ait bağıl su içeriği değerlerinin, veri alınmayan karışım ortalamaları hariç tutularak %27,4 ile %81,8 ortalama değerleri arasında değiştiği saptanmıştır. En fazla bağıl su içeriği %81,8 ile sulama yapılan parsellerde yonca bitkisinin ikili karışım (Yİ) şekline ait birinci ölçüm (Ö1) verilerinden elde edilmiştir. Sulama yapılmayan parsellere ait ölçüm verilerinde bağıl su içeriğinin, sulama yapılan parsellere göre daha düşük seviyelerde olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 3.34). Gorai, Hachef ve Neffati (2010), yürüttükleri bir çalışmada kuraklık koşulları altında yonca bitkisinde bağıl su içeriğinin (RWC) düştüğünü ifade etmişlerdir.

Ak üçgül bitkisinin üçlü karışımına (AYİ) ait yıl birleştirilmesinde ikinci yıl ikinci ölçümde veri alınamadığı için bağıl su içeriği ortalama 27,4 olarak hesaplanmıştır. İngiliz

çiminin yonca ile girdiği ikli karışım (İY) ile üçlü karışım (İAY) ekimlerinde her iki yılda da ikinci ölçüm alınamamıştır (Çizelge 3.34). Bu durum bitkilerin farklı rekabet güçlerine sahip olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Rekabet güçleri farklı olan bitki türlerinin (Bakır,1985) aynı sıra üzerine karışım halinde ekimlerin yapılması yanında çapraz ekim veya sıra arası genişliğinin uzatılmasıyla ayrı sıraya ekimi yapılarak stresi tolere edilebileceği düşünülmektedir.

Birleştirilmiş yıllar analiz sonuçlarında (Çizelge 3.33), “Yıl” ve “Yıl x S” varyasyon kaynağı önemli bulunduğu için 2021 ve 2022 yılları bağıl su içeriğine (%) ait ortalama değerler ayrı ayrı analiz edilmiş ve uygulama konularının önemlilik grupları belirlenmiştir.

Bağıl su içeriği ortalamalarının 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.35’de, bağıl su içeriği (% değeri)) verileri ve önemlilik grupları Çizelge 3.36’de verilmiştir.

Çizelge 3.35. Bağıl su içeriği ortalamalarının 2021 ve 2022 yıllarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	2021				2022			
		Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F hesap	Prob> F	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F hesap	Prob> F
Tekerrür	3	167,78	55,9287	1,9727	0,2955	83,4995	27,8332	1,6426	0,3467
Su Konusu	1	17003,3	17003,3	599,728	0,0001**	25205,4	25205,4	1487,565	<.0001**
Hata 1	3	85,054	28,3516	0,6331	0,5951	50,8322	16,9441	1,0055	0,3931
Karışım Şekli (KŞ)	9	12476,7	1386,3	30,957	<.0001**	12617,2	1401,91	83,193	<.0001**
S x KŞ	9	5387,31	598,59	13,367	<.0001**	10218,1	1135,34	67,374	<.0001**
Ölçüm (Ö)	1	222,312	222,312	4,9645	0,0278*	3485,69	3485,69	206,8493	<.0001**
S x Ö	1	688,9	688,9	15,384	0,0002**	2704,38	2704,38	160,4845	<.0001**
KŞ x Ö	9	4842,64	538,071	12,016	<.0001**	5504,05	611,561	36,2915	<.0001**
SxKŞxÖ	9	9828,25	1092,03	24,386	<.0001**	7533,03	837,004	49,6699	<.0001**
Hata 2	114	5105,0	44,8			1921,053	16,85		
Genel	159	55807,2				69323,275			
VK (%)			10,1				6,3		

SD: Serbestlik derecesi; VK: Varyasyon katsayısı, * ($p<0.05$), ** ($p<0.01$).

Çizelge 3.35 incelendiğinde, 2021 ölçüm (Ö) uygulama konusu %5 düzeyinde önemli, diğer uygulama konuları ve interaksiyonlar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. 2022 yılı tüm uygulama konuları ve interaksiyonlar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırmalarında (LSD), su konusunun

dahil olduğu interaksiyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.36. 2021 ve 2022 yılları bağıl su içeriği (%) verileri ve önemlilik grupları

Su konusu (S)	Çeşit	Karışım Şekli (KŞ)	2021			Karışım Şekli (KŞ)	2022		
			Ölçüm (Ö)				Ölçüm (Ö)		
			SxKŞxÖ ⁺		Ortalama		SxKŞxÖ ⁺		Ortalama
			Ö1	Ö2			SxKŞ ⁺	Ö1	
			Ağustos	Eylül		Temmuz	Eylül		
Sulu	Yonca (Y)	Y	82,0ab	83,9a	83,0a	Y	77,8b-f	75,8c-g	76,8a
		Yİ	83,2ab	78,2a-e	80,7ab	Yİ	80,5abc	77,8b-f	79,1a
		YAİ	82,0ab	76,9e-f	79,4a-d	YAİ	78,5a-e	79,3abc	78,9a
	Ak üçgül (A)	A	77,8a-e	79,9abc	78,9a-d	A	82,7ab	75,1c-g	78,9a
		Aİ	76,3a-f	76,0a-f	76,2b-e	Aİ	83,7a	75,8c-g	79,7a
		AYİ	78,6a-e	80,7abc	79,6abc	AYİ	78,9a-e	74,0d-g	76,4a
	İngiliz çimi (İ)	İ	78,0a-e	71,9c-h	74,9b-f	İ	77,4b-f	78,7a-e	78,0a
		İY	70,3d-ı	77,0a-f	73,6c-f	İY	73,5e-h	79,7a-d	76,6a
		İA	70,3d-ı	75,8a-g	73,1c-f	İA	75,9c-g	78,5a-e	77,1a
		İAY	61,7i-m	77,8a-e	69,8sfg	İAY	75,3c-g	78,4a-e	76,8a
			SxÖ*	76,0A	77,8A	SxÖ*	78,4A	77,3A	
	Ortalama		S*	76,0A			S*	77,8 A	
Kuru	Yonca (Y)	Y	66,8g-k	79,1a-d	73,0def	Y	65,4k	63,2kl	64,3cd
		Yİ	63,3h-m	74,5b-g	68,9fgh	Yİ	71,4g-j	67,1ijk	69,2b
		YAİ	57,8klm	68,4f-j	63,1hij	YAİ	72,6f-ı	62,3klm	67,4bc
	Ak üçgül (A)	A	59,8j-m	69,5e-ı	64,6ghı	A	57,3mno	65,6jk	61,5de
		Aİ	61,8ı-m	64,3h-l	63,1hij	Aİ	64,3k	67,8h-k	66,0bc
		AYİ	54,5m	54,7m	54,6k	AYİ	57,3mno	0,0 p	28,6g
	İngiliz çimi (İ)	İ	56,3lm	59,0j-m	57,6jk	İ	62,7klm	55,4no	59,0ef
		İY	61,9ı-m	0 n	30,9l	İY	52,5o	0,0 p	26,2g
		İA	58,5klm	61,0ı-m	59,7ijk	İA	56,4no	58,4lmn	57,3f
		İAY	55,0lm	0 n	27,5l	İAY	55,6no	0,0 p	27,8g
			SxÖ*	59,6B	53,1C	SxÖ*	61,5B	44,0C	
	Ortalama		S*	56,3B			S*	52,8 B	
LSD Değerleri		S:2,7; S*KŞ:6,6; SxÖ:3,0; SxKŞxÖ:9,3				S:2,1; SxKŞ:4,1; SxÖ:1,8; SxKŞxÖ:5,8			

* Aynı yıl, aynı interaksiyonlarda aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

* Aynı yıl, aynı interaksiyonlarda aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda bağıl su içeriğine sulamanın etkisi (S) incelendiğinde, denemenin ilk yılında tüm karışım ortalamalarına ait veri ortalaması, sulu tarımda %76,0, kuru tarımda ise %56,3 olarak elde edilmiştir. Denememin ikinci yılında ise sulu parsellerde ortalama değer %77,8, kuru parsellerde ise %52,8 olarak belirlenmiştir. Kuru tarım yapılan parsellerde mücbir sebeplerden ötürü ikinci ölçümlere ait bazı verilerin alınamaması ortalama değerleri indirgesede, kuraklık şiddeti arttıkça bağıl su içeriği değerlerinin düştüğü gerçeğini değiştirmedeği açıkça gözlemlenmiştir (Çizelge 3.36).

2021 yılında S x KŞ interaksyonu incelendiğinde, bağıl su içeriğine ait en yüksek değerin sulu tarım yapılan yonca bitkisine ait yalın ekim “Y: %83,0” ortalamalarından elde edilmiştir. 2021 yılında kuru tarım yapılan parsellerde en yüksek bağıl su içeriğinin %73,0 ile yonca bitkisinin yalın ekiminden elde edilmiştir. 2022 yılında ise en yüksek bağıl su içeriği değerinin sulu tarım yapılan parsellerde, ak üçgül bitkisinin İngiliz çimi ile girdiği ikili karışım “Aİ: %79,7” ortalamalarından elde edildiği ve sulama yapılan parsellere ait diğer karışım şekillerine ait verilerin aynı önemlilik grubunda yer aldığı belirlenmiştir. 2022 yılında ait ölçümlerde kuru tarım yapılan parsellerde en yüksek bağıl su içeriğinin %69,2 ile yonca bitkisinin İngiliz çimi ile girdiği ikili karışım (Yİ) şeklinde saptanmıştır (Çizelge 3.36).

Pask vd. (2012), buğday bitkisinde yaptıkları bir araştırma sonucunda bağıl su içeriğine ait tipik değerlerini; şişkin ve terleyen yapraklarda %98, aşırı derecede kurumuş ve yaşlanan yapraklarda yaklaşık %40, solgunluktaki yaprak bağıl su içeriğini %60-70 civarında olduğunu ifade etmişlerdir.

Su konusu x ölçüm (S x Ö) interaksyonların da en fazla bağıl su içeriği 2021 yılında sulama yapılan parsellerin birinci (%76,0) ve ikinci ölçüm ortalamalarından (%77,8), 2022 yılında ise sulama yapılan parsellerin birinci ölçüm (%78,4) ve ikinci ölçüm ortalamalarından (%77,3) elde edilmiştir (Çizelge 3.36).

Çizelge 3.36’da “SxKŞxÖ” üçlü interaksyonuna ait bağıl su içeriğine ait veri ortalamaları arasındaki fark her iki yılda da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3.35). 2021 yılında en yüksek değerin sulama yapılan parsellerde, yalın ekilen yoncanın birinci ölçüm (Ö₁: %83,9) verilerinden elde edildiği bulunmuştur. 2022 yılında da ise en yüksek değerin sulama yapılan parsellerde ak üçgül bitkisinin İngiliz çimi (Aİ) ile girdiği karışım şekline ait birinci ölçüm (Ö₁: %83,7) deneme ortalamasından elde edilmiştir. En düşük bağıl su içeriğini; 2021 yılında sulama yapılmayan parsellerde ak üçgül bitkisinin üçlü karışım şekline (AYİ) ait birinci “%54,5” ve ikinci ölçüm “%54,7” verilerinden, 2022 yılında sulama yapılmayan parsellerde İngiliz çiminin yonca ile girdiği ikili “İY: %52,5” karışım şekline ait ikinci ölçüm verilerinden elde edilmiştir (Çizelge 3.36).

Kuru tarım yapılan parsellerde yapraklardaki bağıl su içeriğinin en yüksek olduğu değerin; 2021 yılında %79,1 ile yalın yonca bitkisinin ikinci ölçüm (Y: Ö₂) verilerinden, 2022 yılında ise %72,6 ile yoncanın üçlü karışım şekline ait birinci ölçüm (YAİ: Ö₁) verilerinden elde edildiği tespit edilmiştir (Çizelge 3.36).

Khan vd. (2007) bakla (*Vicia faba* L.) bitkisi ile yürüttükleri benzer çalışmada, su stresi (kuraklık) altında bağıl su içeriğinin %68,2; stresin olmadığı sulu koşullarda ise %82,6 olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlarda, aynı bitki grubunda (Fabaceae) yer alan yonca (*Medicago sativa*) ve ak üçgüle (*Trifolium repens*) ait ölçüm verileri Khan vd. (2007) verileri ile yakınlık göstermektedir.

Balkan (2011), saksı koşullarında buğday çeşitlerine uyguladığı kuraklık seviyelerinde, kuraklık stresi arttıkça bitkinin oransal nem içeriğinin düştüğünü, başaklanma döneminde; %100 tarla kapasitesinde %72,61, %75 kuraklık düzeyinde %64,14, %50 kuraklık düzeyinde %58,62 ve %25 kuraklık düzeyinde ise 48,56 olduğunu ifade etmiştir.

Geravandi, Farshadfar ve Kahrizi (2021), tarla koşullarında buğday genotiplerinde kuraklık stresi ile yürüttükleri bir araştırmada, kuraklık stresinin yapraklarının oransal nem içeriğini azalttığını ifade etmişlerdir.

Farklı türlerde kuraklıkla ilgili yürütülen diğer çalışmalarda da bağıl su içeriğinin kuraklık stresi arttıkça düştüğünü ifade edilmiştir (Çoban, 2007; Özpay, 2008; Özdemir, Sade, Soylu ve Atalay, 2012).

Tenikecier (2019), baklagil yem bitkisi olan koca fiğde farklı ekim zamanlarında yapraktaki oransal nem içeriğinin değiştiğini ve tüm uygulama konularına ait deneme ortalamasını %61,14 olduğunu bulmuştur.

Çalışmamızda bitki türlerinin kuru tarım yapılan parsellerde bağıl su içeriği değerlerinin kendi aralarında ve karışımlarında farklılıklar gösterdiği ve bazı türlerin yalın ekiminde yüksek değer elde edilirken karışım halinde ekilişlerinde düşük, bazı türlerinde yalın ekiminde düşük değer elde edilirken karışım halinde ekilişlerinde yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Türlerin kuraklığa tolerans eşiğinin farklı olduğu ve karışım halinde bu eşiğin düştüğü veya arttığı düşünülmektedir. Kuraklığın, fizyolojik süreçler üzerinde bazı mutlak sınırlamalar getirir, bu tür sınırlamaların meydana geldiği gerçek su potansiyelleri türlere göre değişim göstermektedir (Ördeg ve Molnar, 2011).

Doheny-Adams vd. (2012), fazla stoma yoğunluğu olan bitkilerde büyüme hızının artmaması, bu koşullarda CO₂ difüzyonuna direncin sınırlayıcı olmadığını ve yaprak su durumunun büyümeye hâkim olduğunu gösterdiğini ifade etmişlerdir.

3.4.5. Stoma Yoğunluğu (adet/mm²)

Deneme yıllarına ait stoma yoğunluğu; sulama, karışım şekli ve ölçüm uygulama konuları kapsamında incelenmiştir. Stomaları gözlemlmek amacıyla yüzey epidermislerinden numuneleri izole etmek için bazı modifikasyonlarla tırnak cilası tekniği kullanılmıştır (Smith, Weyers ve Berry, 1989).

Araştırma konularından elde edilen birleştirilmiş yıllar stoma yoğunluğuna ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.37’de, stoma yoğunluğuna ait ortalama değerler ve önemlilik grupları Çizelge 3.38’de verilmiştir.

Çizelge 3.37 Birleştirilmiş yıllar stoma yoğunluğu (adet/mm²) verilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F _{hesap}	Prob> F
Yıl	1	25654,3	25654,3	15,3898	0,0078**
Hata 1	6	2694,62	449,103	0,2694	0,9323
S (Su Konusu)	1	195832	195832	117,4779	<.0001**
Y x S	1	115292	115292	69,1627	0,0002**
Hata 2	6	10001,8	1666,97	1,6461	0,1354
KŞ (Karışım Şekli)	9	1549497	172166	170,0146	<.0001**
Yıl x KŞ	9	104917	11657,5	11,5118	<.0001**
S x KŞ	9	560039	62226,6	61,4488	<.0001**
Yıl x KŞ	9	180325	20036,1	19,7857	<.0001**
Ölçüm (Ö)	1	2716,78	2716,78	2,6828	0,1028
Yıl x Ö	1	59203,5	59203,5	58,4636	<.0001**
S x Ö	1	66828,4	66828,4	65,9931	<.0001**
Yıl x S x Ö	1	11628,3	11628,3	11,4829	0,0008**
KŞ x Ö	9	448616	49846,3	49,2233	<.0001**
Yıl x KŞ x Ö	9	42177,5	4686,39	4,6278	<.0001**
S x KŞ x Ö	9	468673	52074,8	51,424	<.0001**
Yıl x S x KŞ x Ö	9	115266	12807,4	12,6473	<.0001**
Hata 3	228	230885,7	1012,7		
Genel	319	4190249,6			
VK (%)			10,7		

SD: Serbestlik derecesi; VK: Varyasyon katsayısı, ** ($p < 0.01$).

Çizelge 3.37 incelendiğinde tüm uygulama konuları ve interaksiyonlar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırmalarında (LSD),

su konusunun dahil olduğu interaksiyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.38 Birleştirilmiş yıllar stoma yoğunluğuna (adet/mm²) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları

Su konusu (S)	Karışım Şekli (KŞ)	Stoma Yoğunluğu (adet/mm ²)											
		2021			2022			Birleştirilmiş yıl					
		Ölçüm (Ö)		Yıl	Ölçüm (Ö)		Yıl	Ölçüm (Ö)		Deneme			
		Ö1	Ö2	Ort.	Ö 1	Ö 2	Ort.	Ö1	Ö2	Ort.			
Sulu	Bitki türleri	YxSxKŞ*			YxSxKŞ*			SxKŞxÖ*			SxKŞ*		
	Yonca (Y)	Y	233	260	247m-q	328	276	302 jk	Y	281 qr	268 l-o	274 g	
		Yİ	245	287	266 lm	242	276	257 l-o	Yİ	244 op	281klm	262gh	
		YAI	230	332	281 kl	268	294	281 kl	YAI	249nop	313hij	281 g	
	Ak üçgül (A)	A	310	328	319 hij	336	310	323 g-j	A	323 e-j	319g-j	321ef	
		AI	298	317	308 ijk	370	359	364 def	AI	334 e-ı	338e-h	336de	
		AYİ	302	294	298 jk	325	411	368 def	AYİ	313 hij	353de	333de	
	İngiliz çimi (İ)	İ	170	276	223 qrs	227	234	230 n-s	İ	198 r	255m-p	227ij	
		İY	204	253	228 o-s	257	253	255 l-p	İY	230 pq	253m-p	242hı	
		İA	234	253	244 m-r	234	215	225 p-s	İA	234 pq	234pq	234ij	
		İAY	211	219	215 rs	204	242	223qrs	İAY	208 qr	230pq	219 j	
	Yıl*S*Ö*	Ort.	244D	282C	279C		287C	SxÖ		262 D	285C		
	Yıl*S*	Ort.	263 C			283 B			S	273,0 B			
	Kuru	Yonca (Y)	Y	336	529	432 b	366	381	374de	Y	351def	455 b	403 c
			Yİ	294	381	338 f-ı	347	378	362def	Yİ	321 f-j	379 cd	350 de
			YAI	279	378	328 g-j	283	400	342fgh	YAI	281klm	389 c	335 de
Ak üçgül (A)		A	517	615	566 a	385	400	393 cd	A	451 b	508 a	479 a	
		AI	434	442	438 b	430	415	423bc	AI	432 b	429 b	430 b	
		AYİ	453	411	432 b	419	0	210 s	AYİ	436 b	206qr	320 ef	
İngiliz çimi (İ)		İ	310	396	353 efg	245	276	260lmn	İ	277 k-n	336 e-ı	307 f	
		İY	302	0	151 t	287	0	144 tu	İY	295 jkl	0 s	147 k	
		İA	317	374	345 e-h	294	325	310 ijk	İA	306 ijk	349d-g	328 ef	
		İAY	238	0	119 u	257	0	128 tu	İAY	247nop	0 s	124 l	
YılxSxÖ*		Ort.	348A	353A	332B		258 D	SxÖ		340 A	305 B		
YılxS*		Ort.	350 A			295 B			S	322,4 A			
Yıl*	Ort.	306,5 A			289,0 B			297,7					
LSD Değerleri		Yıl: 11,2; Yıl*S: 15,8; Yıl*S*KŞ: 31,4; Yıl*S*Ö: 14,0						S:11,2; S*Ö:9,9; S*KŞ: 22,2; S*KŞ*Ö: 31,6					

* Aynı interaksiyonlarda, aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

* Aynı interaksiyonlarda, aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Çizelge 3.38’da yıl konusu incelendiğinde, yıllar arası ortalama stoma yoğunluğu istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Stoma yoğunluğu 2021 yılında 307 adet/mm² ve 2022 yılında 289 adet/mm² olarak belirlenmiştir. Tüm uygulama konularına ait stoma yoğunluğu deneme ortalaması 297,7 adet/mm² olarak hesaplanmıştır.

Birleştirilmiş yıllar stoma yoğunluğuna sulamanın etkisi (YılxS) istatistiksel olarak önemli olup (Çizelge 3.37), sulama yapılan tüm parsel ortalamalarında 273 adet/mm², kuru tarım

yapılan parsel ortalamalarında ise 322,4 adet/mm² olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.38). Kuru tarım yapılan parsellerde bazı ölçüm verilerinin alınamaması ortalama değeri düşürsede, sulu tarım yapılan parsellere ait karışım ve ölçüm ortalamalarında stoma yoğunluğunun azaldığı gözlemlenmiştir. Yang ve Wang (2001) buğday bitkisinde yürüttükleri bir çalışmada, su stresi arttıkça stoma yoğunluğunun da arttığını vurgulamışlardır.

Balkan (2011) ve Tenikecier, (2019) stomaların bitkilerin gaz alışverişlerini düzenleyen ve terleme yoluyla bitkilerin su kaybını kontrol eden önemli yapılar olduğunu, topraktaki nem yetersizliğinde su kaybını önlemek için stoma sayısının az ve ebatlarının küçük olmasının istendiğini ifade etmişlerdir.

Çizelge 3.38’de, birleştirilmiş yıl “S x Ö” interaksyonu incelendiğinde en yüksek stoma yoğunluğunun kuru tarım yapılan parsellerin birinci ölçüm ortalamalarından 340 adet/mm² elde edildiği, en düşük değerin ise 262 adet/mm² ile sulama yapılan parsellerin birinci ölçüm ortalamalarından elde edilmiştir.

Öztürk (2011), buğday çeşit ve genotiplerinde yürüttüğü bir çalışmada sulama şartlarında stoma boy ve eninde artış olurken, stoma yoğunluğunda azalış olduğunu tespit etmiştir.

Sulama konusu ile karışım şekli interaksyonu (SxKŞ) incelendiğinde, en fazla stoma yoğunluğu kuru tarım yapılan parsellerde ak üçgül bitkisinin yalın (A) karışım şekinden (479 adet/mm²) elde edilmiştir. Kuru tarım yapılan parsellerde İngiliz çiminin her iki yılı ile ak üçgülün ikinci yılına ait ikinci ölçüm tarihlerinde veri alınamadığından, bitki türlerinin stoma yoğunluğuna ait “S x KŞ” veri ortalamaları düşmüştür. Bu yüzden ölçüm konusunun dahil olduğu (S x KŞ x Ö) interaksyonlar aşağıda değerlendirilmiştir (Çizelge 3.38).

Birleştirilmiş yıllarda SxKŞxÖ interaksyonu incelendiğinde en fazla stoma yoğunluğu kuru parsellerde yalın ak üçgül “A” karışım şekli ile ikinci ölçüm ortalamalarından (508 adet/mm²) elde edilmiştir. En az stoma yoğunluğu ise sulu parsellerde yalın “İ” karışım şekli ile ilk ölçüm ortalamalarından (198 adet/mm²) elde edilmiştir (Çizelge 3.38). Sulu tarım yapılan parsel verilerine ait yıl birleştirilmesinde stoma yoğunluğunun 198 adet/mm² ile 353 adet/mm², kuru tarım yapılan parsellerde ise ölçülen değer ortalamalarına bakıldığında 247 adet/mm² ile 508 adet/mm² arasında değişmiştir. Hem sulu hem kuru parsellerde en düşük stoma yoğunluğu değerlerinin genelde İngiliz çimi bitkisine ait ölçümlerden, en yüksek değerlerin ise ak üçgül bitkisine ait değerlerden elde edildiği tespit etmiştir. Lawson ve Weyers (1997), stomaların

anatomik yapısının bitki türleri arasında farklılık gösterebildiği gibi aynı türde bile yaprağın farklı bölgelerinde farklı yoğunlukta oldukları yani heterojen (değişken) özellik gösterdikleri vurgulanmaktadır. Bitki türleri arasında stomanın anatomik yapısı bakımından farklılıklar olduğu, aynı ekran görüntüsünde İngiliz çiminin daha büyük stoma gözeneklerine sahip olduğu, ak üçgül bitkisinin daha küçük stoma (Şekil 2.15; Şekil 2.16; Şekil 2.17) gözeneklerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Yalın ekilen türler arasında farklılıklar olduğu gibi aynı türün karışım şekilleri arasında da farklılıkların olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 3.38).

Stomalar, merkezi bir gözeneği çevreleyen iki koruyucu hücreden oluşan bitki yapraklarında bulunan mikroskobik yapılardır. Bitkilerin çevreye verdiği tepkiler için kritik öneme sahiptirler (Hetherington, 2001; Kollist, Nuhkat ve Roelfsema, 2014). Yapraklardan kaybedilen suyun neredeyse tamamı, su buharının küçük stoma gözeneklerinden difüzyonu yoluyla kaybolur. Yapraklardaki su kaybının %90-95'i stoma terlemesinden, geriye kalan %5 ila 10'luk kısım kütiküler terlemeden kaynaklanmaktadır (Ördeg ve Molnar, 2011).

Birleştirilmiş yıllar analiz sonuçlarında (Çizelge 3.37) “Yıl” varyasyon kaynağı önemli bulunduğu için 2021 ve 2022 yılları stoma yoğunluğuna (adet/mm²) ait ortalama değerler ayrı ayrı analiz edilmiş ve uygulama konularının önemlilik grupları belirlenmiştir.

2021 ve 2022 yılları stoma yoğunluğuna ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.39’de, stoma yoğunluğu (adet/mm²) verileri ve önemlilik grupları Çizelge 3.40’de verilmiştir.

Çizelge 3.39. 2021 ve 2022 yılları stoma yoğunluğuna ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	2021				2022			
		Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F hesap	Prob> F	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F hesap	Prob> F
Tekerrür	3	2416,46	805,49	0,4873	0,715	277,887	92,6291	0,0551	0,9801
Su Konusu (S)	1	305819	305819	185,017	0,0009**	5302,66	5302,66	3,1543	0,1738
Hata 1	3	4958,77	1652,9	1,631	0,1861	5043,3	1681,1	1,6614	0,1793
Karışım Şekli (KŞ)	9	977100	108567	107,126	<.0001**	677317	75257,4	74,375	<.0001**
S x KŞ	9	415890	46210	45,5969	<.0001**	324471	36052,3	35,629	<.0001**
Ölçüm (Ö)	1	18277,2	18277	18,0347	<.0001**	43642,5	43642,5	43,131	<.0001**
S x Ö	1	11351,4	11351	11,2008	0,0011**	67104,8	67104,8	66,318	<.0001**
KŞ x Ö	9	263145	29238	28,8504	<.0001**	227647	25294,1	24,997	<.0001**
SxKŞxÖ	9	210802	23423	23,1117	<.0001**	373140	41460	40,974	<.0001**
Hata 2	114	115533	1013,4			115353	1011,9		
Genel	159	2325294				1839298			
VK (%)				10,4				11,0	

SD: Serbestlik derecesi; VK: Varyasyon katsayısı, ** ($p<0.01$).

Çizelge 3.39 incelendiğinde, 2021 yılı stoma yoğunluğuna ait ölçüm verilerinde tüm interaksyonlar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. 2022 stoma yoğunluğuna ait ölçüm verilerinde sulama konusu (S) ihtimaller sınırında önemsiz, diğer tüm uygulama konuları ise %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırmalarında (LSD), su konusunun dahil olduğu interaksyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.40. 2021 ve 2022 yılları stoma yoğunluğu (adet/mm²) verileri ve önemlilik grupları

Su konusu (S)	Bitki türleri	Karışım Şekli (KŞ)	2021			Karışım Şekli (KŞ)	2022		
			Ölçüm (Ö)				Ölçüm (Ö)		
			Ö1	Ö2	Ortalama		Ö1	Ö2	Ortalama
			SxKŞxÖ ⁺		SxKŞ ⁺		SxKŞxÖ ⁺		SxKŞ ⁺
			Ağustos	Eylül			Temmuz	Eylül	
Sulu	Yonca “Y”	Y	233 o-r	260 k-p	246,8 ij	Y	328 g-k	276 m-q	303,9 jkl
		Yİ	245 m-r	287 ı-m	266,1 hı	Yİ	241 p-t	276 m-q	258,6 gh
		YAI	230 pqr	332 gh	281,2 gh	YAI	268 m-r	295 j-n	281,2 fg
	Ak üçgül “A”	A	310 hij	328 hı	319,0 def	A	336 f-j	310 ı-m	322,8 de
		AI	298 h-k	317 hij	307,7 efg	AI	370 c-g	359 d-h	364,3 bc
		AYİ	302 h-k	295 h-l	298,2 fg	AYİ	325 h-l	411 abc	368,1 bc
	İngiliz çimi “İ”	İ	170 s	276 j-o	222,7 jk	İ	227 rst	234 q-t	230,3 hij
		İY	204 rs	253 l-q	228,4 jk	İY	257 n-s	253 n-s	254,8 ghı
		İA	234 o-r	253 l-g	243,5 ijk	İA	234 q-t	215 st	224,6 ij
		İAY	211 qrs	219 p-r	215,2 k	İAY	204 t	242 p-t	222,7 j
		SxÖ*	243,8 C	282,0 B		SxÖ*	279 B	287,0 B	
	Ortalama	S*	263,3 B			S	283,0		
Kuru	Yonca “Y”	Y	336 fgh	529 b	432,2 b	Y	366 d-h	381 b-e	373,7 b
		Yİ	294 h-l	381 e	337,9 cde	Yİ	347 e-ı	3778 b-f	362,4 bc
		YAI	279 j-n	378 ef	328,4 c-f	YAI	283 lp	400 a-d	341,6 cd
	Ak üçgül “A”	A	517 b	615 a	566,3 a	A	385 b-e	400 a-d	392,6 b
		AI	434 cd	442 c	437,9 b	AI	430 a	415 ab	422,8 a
		AYİ	453 c	412 cde	432,2 b	AYİ	419 ab	0 u	209,5 j
	İngiliz çimi “İ”	İ	310 hij	396 de	353,0 c	İ	245 o-t	276 m-g	260,5 gh
		İY	302 h-k	0 t	151,0 l	İY	287 k-o	0 u	143,5 k
		İA	317 hij	373 efg	345,4 cd	İA	295 j-n	325 h-l	309,6 ef
		İAY	238 n-r	0 t	118,9 m	İAY	256 n-s	0 u	128,4 k
	Ortalama	SxÖ*	348,1 A	352,6 A		SxÖ*	331,4 A	257,5 C	
		S*	350,3 A			S	294,5		
LSD Değerleri		S:20,5; SxÖ:14,1; SxKŞxÖ:44,6; SxK:31,5				SxÖ:14,1; SxKŞxÖ:44,6; SxKŞ:31,5			

* Aynı yıl, aynı interaksyonlarda aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

+ Aynı yıl, aynı interaksyonlarda aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Çizelge 3.40'de su konusu incelendiğinde, 2021 yılında tüm karışım ortalamalarında stoma yoğunluğu; sulu parsellerde 263,3 adet/mm², kuru parsellerde 350,3 adet/mm² elde edilmiştir. 2022 yılında ise sulama konusu (S) ihtimaller sınırında istatistiksel olarak önemsiz

bulunmuştur. Kuru tarım yapılan parsellerde İngiliz çiminin her iki yılı ile ak üçgül bitkisinin ikinci yılına ait ikinci ölçüm tarihlerinde veri alınamadığından kuru tarım yapılan parsellerde veri ortalamalarının düşüşüne sebep olmuştur. Bu durum, 2022 yılında su konusunun stoma yoğunluğuna etkisinin istatistiksel olarak önemsiz çıkmasına sebep olduğu düşünülmektedir. 2022 yılı stoma yoğunluğuna ait tüm veri ortalamaları sulu tarımda 283,0 adet/mm², kuru tarımda 294,5 adet/mm² olarak belirlenmiştir.

Su konusu x ölçüm interaksyonu incelendiğinde (SxÖ) en fazla stoma yoğunluğu 2021 yılında kuru parsel ölçüm ortalamalarından (Ö₁:348,1 adet/mm², Ö₂ 352,6 adet/mm²), 2022 yılında ise kuru parseller de birinci ölçüm ortalamalarından (Ö₁: 331,4 adet/mm²) elde edilmiştir (Çizelge 3.40).

Su konusu x karışım şekli interaksyonlarında (SxKŞ) en fazla stoma yoğunluğu, 2021 yılında kuru parseller yalın ak üçgül “A:566,3 adet/mm²” karışım şeklinden, 2022 yılında ise kuru parsel ak üçgül bitkisinin ikili “Aİ:422,8 adet/mm²” karışım şeklinden elde edilmiştir. En az stoma yoğunluğu ise her iki yılda da sulama yapılan parsellerde İngiliz çimine ait yalın ve karışım şekillerinden elde edilmiştir (Çizelge 3.40).

Çizelge 3.40. incelendiğinde, S x KŞ x Ö interaksyonlarının en fazla stoma yoğunluğu 2021 yılında sulama yapılmayan parsellerin yalın aküçgül “A” karışım şekline ait ikinci ölçüm ortalamalarından (615 adet/mm²), 2022 yılında ise sulama yapılmayan parsellerin “Aİ” karışım şekillerine ait birinci ölçüm ortalamalarından (430 adet/mm²) elde edilmiştir (Çizelge.61). En az stoma yoğunluğu 2021 yılında sulu parsellerde İngiliz çiminin yalın “İ” karışım şekline ait birinci ölçümlerinden (170 adet/mm²), 2022 yılında ise sulama yapılan parsellerde İngiliz çiminin üçlü “İAY” karışım şekline ait birinci ölçümlerinden (204 adet/mm²) elde edilmiştir.

Stoma yoğunluğu, çalışmamızda kullanılan bitki türleri arasında farklılık gösterdiği gibi, aynı türün karışım şekilleri arasında da farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir (Çizelge 3.40). Bu durum, bitki türlerinin yaprak anatomisinin farklı olması ve farklı genetik özelliklere sahip olmasının yanında karışımlar arası rekabetin bitki türleri üzerinde olumlu/ olumsuz fizyolojik özellikler sergilemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ticha (1982), bitkiler içinde ve arasında stoma sıklığı ve indeksindeki farklılıklarla ilgili çok sayıda çalışmanın olduğu da ifade etmektedir. Stomanın anatomisi ve dağılımı ile ilgilenen araştırmacılar, ilgili özelliklerde yüksek derecede değişkenliğin mevcut olduğunu başından beri takdir etmiş görünüyorlar. Salisbury (1927), farklı türlerin, bitkilerin, yaprakların ve yaprak parçalarının hepsinin farklı stoma frekanslarına ve ayrıca epidermal tabakadaki diğer hücrelere göre koruyucu hücrelerin

farklı oranlarına sahip olabileceği gerçeğinin altını çizmiştir.

Doheny-Adams vd. (2012), ilginç bir şekilde, yoğunluğu azaltılmış ve daha büyük stomaları olan bitkiler aynı zamanda daha az terleme, daha yüksek büyüme oranları ve daha büyük bir biyokütle gösterdiğini ifade etmişlerdir.

3.4.6. Stoma Eni (μm)

Bitkinin yapraklarını çevreleyen kütikula tabakası suyu geçirmez ve böylece yapraklardan transpirasyonunun (terleme yolu ile su kaybı) büyük bir bölümü stomalardan (gözenekler) gerçekleştirir. Stoma hareketleri bekçi hücreleri tarafından denetlenir ve böylece yaprak transpirasyonunun düzenlenmesinde ciddi bir yol oynarlar (Taiz ve Zeiger, 2008).

Araştırma konularından elde edilen birleştirilmiş yıllar stoma enine (μm) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.41’de, stoma enine (μm) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları Çizelge 3.42’de verilmiştir.

Çizelge 3.41 Birleştirilmiş yıllar stoma eni (μm) verilerine ait varyans anali sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F hesap	Prob> F
Yıl	1	23,274	23,274	11,3279	0,015*
Hata 1	6	2,54494	0,42416	0,2064	0,962
S (Su Konusu)	1	874,834	874,834	425,798	<.0001**
Yıl x S	1	1,04653	1,04653	0,5094	0,5022
Hata 2	6	12,3274	2,05457	1,753	0,1098
KŞ (Karışım Şekli)	9	3982,09	442,455	377,501	<.0001**
Yıl x KŞ	9	62,2413	6,9157	5,9005	<.0001**
S x KŞ	9	611,278	67,9198	57,9489	<.0001**
Yıl x KŞ	9	23,68	2,63111	2,2449	0,0202*
Ölçüm (Ö)	1	245,525	245,525	209,482	<.0001**
Yıl x Ö	1	13,489	13,489	11,5088	0,0008**
S x Ö	1	233,757	233,757	199,441	<.0001**
Yıl x S x Ö	1	1,18828	1,18828	1,0138	0,3151
KŞ x Ö	9	417,654	46,406	39,5934	<.0001**
Yıl x KŞ x Ö	9	19,8375	2,20417	1,8806	0,0558
S x KŞ x Ö	9	699,098	77,6776	66,2743	<.0001**
Yıl x S x KŞ x Ö	9	36,8245	4,09161	3,491	0,0005**
Hata 3	228	267,2301	1,1721		
Genel	319	7527,9222			
VK (%)			11,4		

SD: Serbestlik derecesi; VK: Varyasyon katsayısı, * ($p<0.05$), ** ($p<0.01$).

İki yıl birleştirilmiş stoma eni ortalamalarında; Yıl x S ile Y x S x Ö interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz, yıl konusu ve Yıl x Ö interaksyonu %5 düzeyinde önemli, diğer

uygulama konuları ve interaksyonlar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırmalarında (LSD), su konusunun dahil olduğu interaksyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.42 Birleştirilmiş yıllar stoma enine (μm) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları

Su Konusu (S)	Karışım Şekli (KŞ)	Stoma Eni (µm)										
		2021			2022			Birleştirilmiş yıl				
		Ölçüm (Ö)		Yıl	Ölçüm (Ö)		Yıl	Ölçüm (Ö)		Deneme		
		Ö1	Ö2	Ort.	Ö 1	Ö 2	Ort.	Ö1	Ö2	Ort.		
Bitki türleri		YxSxKŞ			YxSxKŞ			SxKŞxÖ			SxKŞ	
Sulu	“Y” Yonca	Y	9,0	9,7	9,4h	9,7	9,5	9,6h	Y	9,3jkl	9,6jk	9,5f
		Yİ	8,6	9,3	8,9hij	9,7	10,3	10,0h	Yİ	9,1j-m	9,7jk	9,4f
		YAİ	9,5	9,1	9,3hı	10,3	9,2	9,7h	YAİ	9,9j	9,2j-m	9,5f
	“A” Ak üçgül	A	5,1	6,1	5,6op	8,3	7,3	7,8kl	A	6,7qr	6,7qr	6,7hı
		Aİ	5,7	5,5	5,6op	6,5	6,3	6,4mno	Aİ	6,1r	5,9rs	6,0ı
		AYİ	5,4	6,6	6,0nop	6,5	7,2	6,8lmn	AYİ	5,9rs	6,9pqr	6,4hı
	“İ” İngiliz çimi	İ	18,7	15,1	16,9ab	18,4	15,4	16,9ab	İ	18,5a	15,2de	16,9a
		İY	15,2	18,2	16,7ab	14,5	15,0	14,8de	İY	14,8ef	16,6bc	15,7bc
		İA	16,2	15,6	15,9bc	17,5	16,5	17,0a	İA	16,8b	16,0bcd	16,4ab
		İAY	13,8	16,8	15,3cd	15,3	14,2	14,8de	İAY	14,6efg	15,5de	15,0cd
	Yıl*S*Ö*	Ort.	10,7C	11,2AB		11,7A	11,1BC		SxÖ*	11,2A	11,1A	
	Yıl*S*	Ort.	11,0A			11,4A			S*	11,2A		
Kuru	“Y” Yonca	Y	7,8	6,7	7,3klm	9,2	8,7	8,9hij	Y	8,5l-o	7,7opq	8,1g
		Yİ	8,1	8,0	8,0jk	9,5	8,4	8,9hij	Yİ	8,8k-n	8,2mno	8,5g
		YAİ	8,0	7,8	7,9jkl	8,6	7,9	8,2ijk	YAİ	8,3l-o	7,8nop	8,1g
	“A” Ak üçgül	A	3,8	4,2	4,0r	5,5	5,8	5,7op	A	4,7t	5,0st	4,8j
		Aİ	4,7	3,9	4,3qr	5,4	5,0	5,2pq	Aİ	5,0st	4,4t	4,7j
		AYİ	4,2	4,0	4,1r	5,3	0,0	2,6s	AYİ	4,7t	2,0u	3,3k
	“İ” İngiliz çimi	İ	14,0	13,8	13,9ef	17,2	13,7	15,4cd	İ	15,6cde	13,7gh	14,7d
		İY	14,6	0,0	7,2klm	13,3	0,0	6,7mno	İY	13,9fgh	0,0v	7,0h
		İA	12,9	11,3	12,1g	13,6	13,6	13,6f	İA	13,2hı	12,4ı	12,8e
		İAY	13,2	0,0	6,6mno	13,2	0,0	6,6mno	İAY	13,2hı	0,0v	6,6hı
	Yıl x S x Ö*	Ort.	9,1E	5,9F		10,1D	6,3EF		SxÖ	9,6B	6,1C	
	Yıl x S*	Ort.	7,5C			8,2 B			S	7,9B		
Yıl	Ort.	9,3B			9,8A				9,6			
LSD Değerleri		Yıl: 0,39; Yıl*S: 0,55; Yıl*S*KŞ: 31,4; Yıl*S*Ö: 0,48							S:0,39; S*Ö:0,34; S*KŞ: 0,75; S*KŞ*Ö: 1,07			

* Aynı yıl, aynı interaksyonlarda aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

+ Aynı yıl, aynı interaksyonlarda aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Çizelge 3.65’de yıl konusu incelendiğinde, yıllar arası ortalama stoma eni istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Stoma eni 2021 yılında 9,3 μm ve 2022 yılında 9,8 μm olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.42). Bu farklılık her iki yıla ait yıl ve ölçüm zamanları

arasındaki iklimsel veri farklılıklarından kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir. Tüm uygulama konularına ait stoma eni değeri 9,6 µm olarak tespit edilmiştir.

Birleştirilmiş yıllar stoma enine (µm) sulamanın etkisi (S) istatistiksel olarak önemli olup (Çizelge 3.65), sulama yapılan tüm parsel ortalamalarında 11,2 µm, kuru tarım yapılan parsel ortalamalarında ise 7,9 µm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.42). Kuru tarım yapılan parsel ortalamalarında ikinci ölçüm tarihlerinde bazı verilerin alınamaması ortalama verilerin düşmesine sebep olsa da stres koşulları altında sulama yapılmayan parsellerde stoma enine ait tür ve karışım ortalamaların düşüş gösterdiği gerçeğini değiştirmede gözlemlenmiştir.

Kuraklık stresi ile ilgili farklı türlerde yürütülen çalışmalarda, kuraklık stresi altında stoma eni değerlerinin düştüğü yorumları yapılmıştır (Balkan, 2011; Öztürk, 2011; Pekmezci ve Dardeniz, 2018).

Sulama konusu ile karışım şekli interaksyonu (SxKŞ) incelendiğinde, stoma enine ait en yüksek değer, sulu tarım yapılan parsellerde İngiliz çimi bitkisinin tekli (İ: 16,9 µm) karışım şeklinden ve aynı önemlilik grubunda yer alan İngiliz çiminin ak üçgül ile girdiği ikili karışım şeklinden “İA: 16, 4 µm” elde edilmiştir. Her iki ölçüm yılında da bazı verilerin alınamamış olması karışım ortalamalarında düşüşe sebebiyet verdiğinden, ölçüm konusunun dahil olduğu interaksyonları yorumlamak daha sağlıklı olacağı düşünülmektedir (Çizelge 3.42).

Balkan (2011), buğday bitkisinde yürüttüğü bir çalışmada, ortalama stoma eni değerlerinin stres koşullarında en düşük 15,48 µm, tarla kapasitesinde en yüksek 22,42 µm olduğunu, kuraklık düzeyleri arttıkça stoma eninin daraldığını ifade etmiştir. Araştırmacı elde ettiği bu değerler çalışmamızda buğdaygiller familyasından olan İngiliz çimine ait değerlerle farklılık gösterdiği ve bu farklılığın bitki türlerine ait yaprak anatomisi ve genetik farklılıklarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Birleştirilmiş yıllarda SxKŞxÖ interaksyonu incelendiğinde stoma eninin en geniş olduğu değerin, sulu parsellerde yalın ingilşz çimi “İ” karışım şekli ile birinci ölçüm ortalamalarında (18,5 µm) saptanmıştır. En az stoma eni uzunluğu ise kuru parsellerde ak üçgül bitkisinin “AYİ” üçlü karışım şekli ile ikinci ölçüm ortalamalarından (2,0 µm) elde edilmiştir (Çizelge 3.42).

Araştırmamızda kullanılan bitki türlerinin (*Medicago sativa*, *Trifolium repens*, *Lolium perenne*) stoma eni uzunluklarının bitkilerin yaprak anatomisine göre farklılık gösterdiği (Şekil 2.15; 2.16; 2.17) ve su eksikliği koşuluna maruz kalan bitki yapraklarında stoma eni

uzunluğunun sulu koşullardan daha kısa olduğu saptanmıştır. Bitkilerinin stoma açıklığını azaltıp su kullanım verimliliğini artırarak stresten korundukları ve böylece terleme yoluyla su kaybını azalttıkları düşünülmektedir. Da Costa ve Huang (2009), kökler azalan su potansiyeline absisik asit (ABA) üreterek yanıt verdiğini, bu da önemli bir su kaybı meydana gelmeden önce stoma açıklığının azaldığını ve bu durumun bitkinin kuraklığa direnmesine yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir.

Birleştirilmiş yıllar analiz sonuçlarında (Çizelge 3.41) “Yıl” varyasyon kaynağı önemli bulunduğu için 2021 ve 2022 yılları stoma enine (μm) ait ortalama değerler ayrı ayrı analiz edilmiş ve uygulama konularının önemlilik grupları belirlenmiştir.

2021 ve 2022 yılları stoma enine (μm) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.43’de stoma eni (μm) verileri ve önemlilik grupları Çizelge 3.44’de verilmiştir.

Çizelge 3.43. 2021 ve 2022 yılları stoma enine (μm) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	2021				2022			
		Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F hesap	Prob> F	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F hesap	Prob> F
Tekerrür	3	2,28019	0,76006	0,7036	0,6102	0,26475	0,08825	0,0291	0,992
Sulama Konusu (S)	1	468,198	468,198	433,424	0,0002**	407,682	407,682	134,5967	0,0014**
Hata 1	3	3,24069	1,08023	0,9399	0,4239	9,08675	3,02892	2,5352	0,0603
Karışım Şekli (KŞ)	9	2055,93	228,437	198,752	<.0001**	1988,4	220,934	184,9176	<.0001**
S x KŞ	9	346,958	38,5508	33,5412	<.0001**	288,0	32,0	26,7835	<.0001**
Ölçüm (Ö)	1	71,9581	71,9581	62,6073	<.0001**	187,056	187,056	156,5629	<.0001**
S x Ö	1	134,139	134,139	116,708	<.0001**	100,806	100,806	84,3731	<.0001**
KŞ x Ö	9	186,15	20,6833	17,9956	<.0001**	251,341	27,9268	23,3743	<.0001**
SxKŞxÖ	9	459,077	51,0085	44,3801	<.0001**	276,846	30,7607	25,7462	<.0001**
Hata 2	114	131,0	1,1			136,204	1,1948		
Genel	159	3859,0				3645,69			
VK (%)			11,6				11,2		

SD: Serbestlik derecesi; VK: Varyasyon katsayısı, ** ($p<0.01$).

Çizelge 3.43 incelendiğinde, 2021 ve 2022 yılında stoma enine (μm) ait ölçüm verilerinde tüm interaksiyonlar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırmalarında (LSD), su konusunun dahil olduğu interaksiyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.44. 2021 ve 2022 yılları stoma eni (µm) verileri ve önemlilik grupları

Su konusu (S)	Bitki türleri	Karışım Şekli (KŞ)	2021			Karışım Şekli (KŞ)	2022		
			Ölçüm (Ö)				Ölçüm (Ö)		
			Ö1	Ö2	Ortalama		Ö1	Ö2	Ortalama
			SxKŞxÖ ⁺		SxKŞ ⁺		SxKŞxÖ ⁺		SxKŞ ⁺
Sulu	Yonca "Y"	Y	9,0jkl	9,7j	9,4e	Y	9,7gh	9,5gh	9,6d
		Yİ	8,6jkl	9,3jkl	8,9ef	Yİ	9,7gh	10,3g	10,0d
		YAİ	9,5jk	9,1jkl	9,3e	YAİ	10,3g	9,2ghı	9,7d
	Ak üçgül "A"	A	5,1p-t	6,1opq	5,6ı	A	8,3hij	7,3jkl	7,8ef
		Aİ	5,7opq	5,5o-r	5,6ı	Aİ	6,5k-n	6,3lmn	6,4gh
		AYİ	5,4o-s	6,6nop	6,0ı	AYİ	6,5k-n	7,1j-m	6,8fg
	İngiliz çimi "İ"	İ	18,7a	15,1def	16,9a	İ	18,4a	15,4cd	16,9a
		İY	15,2def	18,2ab	16,7a	İY	14,5def	15,0cde	14,8b
		İA	16,2cd	15,6cde	15,9ab	İA	17,5ab	16,5bc	17,0 a
		İAY	13,8fgh	16,8bc	15,3b	İAY	15,3cd	14,2def	14,8b
	Ortalama	SxÖ*	10,7 B	11,2A		SxÖ*	11,7A	11,1 B	
		S*	11,0A			S*	11,4A		
Kuru		Yonca "Y"	Y	7,8lmn	6,7mno	7,3gh	Y	9,2ghı	8,7hij
	Yİ		8,1klm	8,0lmn	8,0fg	Yİ	9,5gh	8,4hij	8,9de
	YAİ		8,0lmn	7,8lmn	7,9fg	YAİ	8,6hij	7,9ijk	8,2e
	Ak üçgül "A"	A	3,8t	4,2rst	4,0j	A	5,5n	5,8mn	5,6hı
		Aİ	4,7q-t	3,9t	4,3j	Aİ	5,4n	5,0n	5,2ı
		AYİ	4,2rst	4,0st	4,1j	AYİ	5,3n	0,0o	2,6j
	İngiliz çimi "İ"	İ	14,0fgh	13,8fgh	13,9c	İ	17,1ab	13,7ef	15,4b
		İY	14,6efg	0,0u	7,3gh	İY	13,3f	0,0o	6,7gh
		İA	12,9h	11,3ı	12,1d	İA	13,6ef	13,6ef	13,6c
		İAY	13,2gh	0,0u	6,6hı	İAY	13,2f	0,0o	6,6gh
	Ortalama	SxÖ*	9,1C	5,9D		SxÖ*	10,1C	6,3D	
		S*	7,5B			S*	8,2B		
LSD Değerleri		S:0,52; SxKŞ:1,06; SxÖ:0,48; SxKŞxÖ:1,5			S:0,87; SxKŞ:1,08;SxÖ:0,48; SxKŞxÖ:1,53				

^{*} Aynı interaksiyonlarda aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farksızdır.

⁺ Aynı interaksiyonlarda aynı sütün içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farksızdır.

Çizelge 3.44'de su konusu incelendiğinde, 2021 yılında tüm karışım ortalamalarında stoma eni sulu parsellerde 11,0 µm, kuru parsellerde ise 7,5 µm olarak ölçülmüştür. 2022 yılında stoma eni sulu parsellerde 11,4 µm, kuru parsellerde ise 8,2 µm olarak belirlenmiştir. Su

eksikliği yanında yüksek sıcaklık değerlerinde etkili olduğu parsellerde, İngiliz çimi ve ak üçgülü ait bazı karışım şekillerinde ikinci ölçüm verileri alınamamış olması stoma eni ortalamalarını düşürmüş olsa da su eksikliği koşuluna maruz kalan bitki yapraklarında stoma açıklığının azaldığı genel kanısını değiştirmedigi gözlemlenmiştir.

Su konusu x ölçüm interaksyonu incelendiğinde (SxÖ) en fazla stoma eni 2021 yılında sulu parsel ölçümlerde ikinci ölçüm veri ortalamalarından, 2022 yılında ise sulu parseller de birinci ölçüm ortalamalarından elde edilmiştir (Çizelge 3.44).

Su konusu x karışım şekli interaksyonlarda en yüksek stoma eni değeri, 2021 yılında sulu parsellerde yalın İngiliz çimi “İ:16,9 μm ” ile aynı önemlilik grubunda yer alan İngiliz çiminin yonca ile girdiği ikili karışım “İY:16,7 μm ” şeklinden elde edilmiştir. 2022 yılında ise en yüksek değerin sulu parsellerde İngiliz çiminin ak üçgül ile girdiği ikili karışım şekli “İA:17,0” ile aynı önemlilik grubunda yer alan yalın İngiliz çimine “İ:16,9 μm ” ait verilerden elde edilmiştir (Çizelge 3.44). İngiliz çimine ait stoma eni değerlerinin, ak üçgül ve yonca bitkisinden daha yüksek olmasında, yaprağın anatomik yapısına bağlı genetik farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 3.44. incelendiğinde, stoma eni ölçüm verilerinde SxKŞxÖ interaksyonuna ait en yüksek değerin 2021 yılında sulama yapılmayan parsellerin yalın “İ” ekim şeklinin birinci ölçüm ortalamalarından (18,7 μm), 2022 yılında ise sulama yapılan parsellerin yalın “İ” ekim şeklinin birinci ölçüm ortalamalarından (18,4 μm) elde edilmiştir. Stoma eni, çalışmamızda kullanılan bitki türleri arasında farklılık gösterdiği gibi, aynı türün karışım şekilleri arasında da farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir (Çizelge 3.44). Bu durum, bitki türlerinin yaprak anatomisinin farklı olması ve farklı genetik özelliklere sahip olmasının yanında karışımlar arası rekabetin bitki türleri üzerinde olumlu/olumsuz fizyolojik özellikler sergilemesinden kaynaklanmış olabilir.

Tenikecier (2019), Fabaceae familyasından olan koca fiğde stoma eni değerlerinin 4,98-7,47 μm arasında değiştiğini tespit etmiştir. Araştırmacı ait bu değerler aynı familyadan olan ak üçgül bitkisine ait değerlerle benzerlik gösterdiği, yonca bitkisine ait stoma eni değerleri ile farklılık sergilediği gözlemlenmiştir.

Ceulemans, Van Praet ve Jiang (1995), stoma iletkenliğini azaltan ve anlık yaprak seviyesi su kullanım verimliliğini artıran ana faktörün stoma yoğunluğundan ziyade stoma açıklığındaki azalma olduğunu öne sürmüşlerdir.

3.4.7. Stoma boyu (µm)

Araştırma konularından elde edilen birleştirilmiş yıllar stoma boyuna (µm) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.45’da stoma boyuna (µm) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları Çizelge 3.46’de verilmiştir.

Çizelge 3.45. Birleştirilmiş yıllar stoma boyu (µm) verilerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F hesap	Prob> F
Yıl	1	31,689	31,689	80,0165	0,0001**
Hata 1	6	14,1512	2,35853	5,9554	0,0237
S (Su Konusu)	1	2619,19	2619,19	6613,59	<.0001**
Y x S	1	0,93528	0,93528	2,3616	0,1753
Hata 2	6	2,37619	0,39603	0,1261	0,9931
KŞ (Karışım Şekli)	9	9542,55	1060,28	337,4908	<.0001**
Yıl x KŞ	9	101,747	11,3052	3,5985	0,0003**
S x KŞ	9	1613,77	179,307	57,0739	<.0001**
Yıl x KŞ	9	165,396	18,3773	5,8495	<.0001**
Ölçüm (Ö)	1	1102,98	1102,98	351,0823	<.0001**
Yıl x Ö	1	34,782	34,782	11,0712	0,001**
S x Ö	1	902,832	902,832	287,3735	<.0001**
Yıl x S x Ö	1	0,18528	0,18528	0,059	0,8083
KŞ x Ö	9	2514,63	279,404	88,9349	<.0001**
Yıl x KŞ x Ö	9	206,751	22,9724	7,3122	<.0001**
S x KŞ x Ö	9	1677,2	186,356	59,3175	<.0001**
Yıl x S x KŞ x Ö	9	184,173	20,4637	6,5136	<.0001**
Hata 3	228	716,3	3,142		
Genel	319	21431,647			
VK (%)			10,7		

SD: Serbestlik derecesi; VK: Varyasyon katsayısı, ** (p<0.01).

İki yıl birleştirilmiş stoma boyu ortalamalarında; Yıl x S ile Yıl x S x Ö interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz, diğer uygulama konuları ve interaksyonlar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.45).

Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırmalarında (LSD), su konusunun

dahil olduğu interaksyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.46. Birleştirilmiş yıllar stoma boyuna (µm) ait ortalama değerler ve önemlilik grupları

Su konusu (S)	Karışım Şekli (KŞ)	Stoma boyu (µm)										
		2021			2022			Birleştirilmiş yıl				
		Ölçüm (Ö)		Yıl	Ölçüm (Ö)		Yıl	Ölçüm (Ö)		Deneme		
		Ö1	Ö2	Ort.	Ö 1	Ö 2	Ort.	Ö1	Ö2	Ort.		
Bitki türleri		YxSxKŞ ⁺			YxSxKŞ ⁺			SxKŞxÖ ⁺			SxKŞ ⁺	
Sulu	“Y” Yonca	Y	17,0	17,7	17,3g	16,8	16,5	16,7gh	Y	16,9h ₁	17,1h ₁	17,0e
		Yİ	17,4	15,4	16,4gh ₁	17,6	17,4	17,5g	Yİ	17,5h	16,4h _{1j}	17,0e
		YAİ	17,4	15,8	16,6gh	17,5	17,2	17,4g	YAİ	17,4h	16,5h ₁	17,0e
	“A” Ak üçgül	A	12,1	12,7	12,4nop	14,5	13,0	13,8j-o	A	13,3lm ₁	12,9mn	13,10gh
		Aİ	12,1	12,2	12,2op	12,6	13,4	13,0l-o	Aİ	12,3mn	12,8mn	12,6h
		AYİ	11,7	13,5	12,6mno	12,3	12,9	12,6mno	AYİ	12,0no	13,2lmn	12,6h
	“İ” İngiliz çimi	İ	30,0	31,5	30,7a	27,7	27,2	27,4c	İ	28,8abc	29,3a	29,1 a
		İY	29,2	21,8	25,5d	25,6	31,3	28,4bc	İY	27,4cd	26,5d	27,0b
		İA	27,4	28,9	28,1bc	27,5	29,5	28,5bc	İA	27,5bcd	29,2ab	28,2b
		İAY	29,8	25,3	27,6bc	31,2	27,3	29,2ab	İAY	30,5a	26,3de	28,4b
	Yıl x Sx Ö*		Ort.	20,4	19,5	20,3	20,6	Sx Ö*	20,4A	20,0A		
	Yıl x S*		Ort.	19,9	20,5	S*	20,2A					
Kuru	“Y” Yonca	Y	15,7	11,5	13,6k-o	15,4	13,9	14,7i-l	Y	15,6ijk	12,7mn	14,1fg
		Yİ	15,6	14,2	14,9h-k	15,4	15,1	15,2h-k	Yİ	15,5ijk	14,6jkl	15,1f
		YAİ	15,8	14,0	14,9h-k	16,9	13,9	15,4h _{1j}	YAİ	16,3h _{1j}	114,0klm	15,1f
	“A” Ak üçgül	A	8,8	8,5	8,6q	11,8	12,3	12,0op	A	10,3p	10,4op	10,3 ₁
		Aİ	9,9	8,0	8,9q	11,2	10,5	10,9p	Aİ	10,5p	9,2p	9,9 ₁
		AYİ	9,4	8,2	8,8q	11,1	0,0	5,6r	AYİ	10,3p	4,1q	7,2 _j
	“İ” İngiliz çimi	İ	25,5	21,1	23,3e	23,7	26,8	25,d	İ	24,6ef	23,9f	24,3c
		İY	27,8	0,0	13,9j-n	25,5	0,0	12,8mno	İY	26,7d	0 r	13,3gh
		İA	23,0	16,5	19,7f	22,9	24,1	23,5e	İA	22,9f	20,3g	21,6d
		İAY	28,6	0,0	14,3j-m	26,2	0,0	13,1l-o	İAY	27,4cd	0 r	13,7gh
	Yıl x Sx Ö*		Ort.	18,0	10,2	18,0	14,8	Sx Ö*	18,0B	10,9C		
	Yıl x S*		Ort.	14,1	14,8	S*	14,5B					
Yıl	Ort.	17,3B	17,7A	17,4								
LSD Değerleri		Yıl: 0,39; Yıl*S: 0,55; Yıl*S*KŞ: 31,4; Yıl*S*Ö: 0,48						S:0,39; S*Ö:0,34; S*KŞ: 0,75; S*KŞ*Ö: 1,07				

* Aynı yıl, aynı interaksyonlarda, aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

+ Aynı yıl, aynı interaksyonlarda, aynı sütun içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farklıdır.

Çizelge 3.46’de yıl konusu incelendiğinde, yıllar arası ortalama stoma boyu istatistiksel olarak önemli olup, tüm uygulama konularına ait ortalamalarda, denemenin yürütüldüğü ilk yıl

17,0 µm ve ikinci yılında ise 17,7 µm olarak saptanmıştır. Bu farklılık her iki yıla ait yıl ve ölçüm zamanları arasındaki iklimsel veri farklılıklarından kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir. Tüm uygulama konularına ait deneme alanının stoma boyu değeri 17,4 µm olarak tespit edilmiştir.

Birleştirilmiş yıllar stoma boyuna (µm) sulamanın etkisi (S) istatistiksel olarak önemli olup (Çizelge 3.45), sulama yapılan tüm parsel ortalamalarında 20,2 µm, kuru tarım yapılan parsel ortalamalarında ise 14,5 µm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.46). Stres koşulları altında stoma boyunun kısaldığı gözlemlenmiştir. Farklı türlerde yürütülen çalışmalarda benzer yorum yapılmıştır (Balkan, 2011; Çınar vd., 2016; Öztürk, 2011; Pekmezci ve Dardeniz, 2018).

Sulama konusu ile karışım şekli interaksiyonu (SxKŞ) incelendiğinde, stoma boyuna ait en yüksek değer sulu tarım yapılan parsellerde İngiliz çimi bitkisinin tekli (İ) karışım şekli (29,1 µm) elde edilmiştir. Stoma boyu; sulama yapılan tüm parsel ortalamalarında 29,1 µm ile 12,6 µm değeri arasında, kuru tarım yapılan parsellerde ise 24,3 µm ile 7,2 µm değeri arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Çizelge 3.46). Her iki ölçüm yılında bazı verilerin alınamamış olması karışım ortalamalarında düşüşe sebebiyet verdiğinden, ölçüm konusunun dahil olduğu interaksiyonları yorumlamak daha sağlıklı olacağı düşünülmektedir. Fakat bu durum, kuru tarım yapılan parsellerde tür ve karışım ortalamalarında düşüş olması kuraklığın stoma boyunu kısalttığı gerçeğini değiştirmez.

Birleştirilmiş yıllarda SxKŞxÖ interaksiyonu incelendiğinde stoma boyunun en geniş olduğu değer, sulu parsellerde İngiliz çiminin üçlü karışım şekli “İAY” karışım şekli ile birinci ölçüm ortalamalarından (30,5 µm) saptanmıştır. Bu değeri aynı önemlilik grubunda yer alan İngiliz çiminin yalın ekim “İ” ikinci ölçüm ortalamalarından (29,3 µm) elde edilmiştir. En az stoma boyu uzunluğu ise kuru parsellerde ak üçgül bitkisinin “AYİ” karışım şekli ile ikinci ölçüm ortalamalarından (4,1 µm) elde edilmiştir (Çizelge 3.46).

Stoma boyu, çalışmamızda kullanılan bitki türleri arasında farklılık gösterdiği gibi, aynı türün karışım şekilleri arasında da farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 3.46). Bu durum, bitki türlerinin yaprak anatomisinin farklı olması ve farklı genetik özelliklere sahip olmasının yanında karışımlar arası rekabetin bitki türleri üzerinde olumlu/ olumsuz fizyolojik özellikler sergilemesinden kaynaklanabilir.

Birleştirilmiş yıllar analiz sonuçlarında (Çizelge 3.45) “Yıl” varyasyon kaynağı önemli bulunduğu için 2021 ve 2022 yılları stoma boyuna (µm) ait ortalama değerler ayrı ayrı analiz

edilmiş ve uygulama konularının önemlilik grupları belirlenmiştir.

2021 ve 2022 yılları stoma boyuna (μm) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.47’de, stoma boyu (μm) verileri ve önemlilik grupları Çizelge 3.48’da verilmiştir.

Çizelge 3.47. 2021 ve 2022 yılları stoma boyuna (μm) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	2021				2022			
		Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F hesap	Prob> F	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F hesap	Prob> F
Tekerrür	3	7,1875	2,39583	9,5388	0,0482	6,96369	2,32123	4,2915	0,1313
Su Konusu (S)	1	1359,56	1359,56	5412,9	<.0001**	1260,57	1260,57	2330,5	<.0001**
Hata 1	3	0,7535	0,25117	0,0867	0,9672	1,6226	0,5409	0,1598	0,9232
Karışım Şekli (KŞ)	9	4804,73	533,859	184,19	<.0001**	4839,57	537,73	158,86	<.0001**
S x KŞ	9	616,278	68,4753	23,625	<.0001**	1162,88	129,209	38,172	<.0001**
Ölçüm (Ö)	1	764,75	764,75	263,85	<.0001**	373,016	373,016	110,19	<.0001**
S x Ö	1	464,442	464,442	160,24	<.0001**	438,575	438,575	129,567	<.0001**
KŞ x Ö	9	1651,15	183,461	63,297	<.0001**	1070,24	118,915	35,1309	<.0001**
SxKŞxÖ	9	659,174	73,2416	25,27	<.0001**	1202,2	133,578	39,462	<.0001**
Hata 2	114	330,419	2,898			385,881	3,385		
Genel	159	10658,4				10741,5			
VK (%)			10,0				10,4		

SD: Serbestlik derecesi; VK: Varyasyon katsayısı, ** ($p<0.01$).

Çizelge 3.47 incelendiğinde, 2021 ve 2022 yılında stoma boyuna (μm) ait ölçüm verilerinde tüm interaksiyonlar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Verilerin ortalama değerlerine ait önemlilik gruplandırmalarında (LSD), su konusunun dahil olduğu interaksiyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 3.48. 2021 ve 2022 yılları stoma boyu (μm) verileri ve önemlilik grupları

Su konusu (S)	Bitki türleri	Karışım Şekli (KŞ)	2021			Karışım Şekli (KŞ)	2022		
			Ölçüm (Ö)				Ölçüm (Ö)		
			Ö1	Ö2	Ortalama		Ö1	Ö2	Ortalama
			SxKŞxÖ+	SxKŞ+	SxKŞxÖ+		SxKŞ+		
Sulu	Yonca "Y"	Y	17,h	17,7h	17,3f	Y	16,7fg	16,5fg	16,6cd
		Yİ	17,4h	15,4hij	16,4fg	Yİ	17,6f	17,4f	17,5 c
		YAI	17,4h	15,8hij	16,6fg	YAI	17,5f	17,2f	17,4 c
	Ak üçgül "A"	A	12,2k-n	12,7klm	12,4 jk	A	14,5g-j	13,0h-m	13,8efg
		AI	12,1k-n	12,2k-n	12,2k	AI	12,6ı-m	13,4h-l	13,fg
		AYİ	11,7l-o	13,5j-m	12,6ijk	AYİ	12,3j-m	12,9h-m	12,6gh
	İngiliz çimi "İ"	İ	30,a	31,5a	30,7a	İ	27,7bc	27,2bc	27,4a
		İY	29,2abc	21,8g	25,5c	İY	25,6cd	31,3 a	28,4a
		İA	27,4cde	28,9 bc	28,1b	İA	27,5bc	29,5ab	28,5 a
		İAY	29,8ab	25,3ef	27,6b	İAY	31,2a	27,3bc	29,2 a
Ortalama	SxÖ*	20,4A	19,4B		SxÖ*	20,3A	20,6B		
	S*	19,9A			S*	20,5 A			
Kuru	Yonca "Y"	Y	15,7hij	11,5mno	13,6h-k	Y	15,4fgh	13,9h-k	14,7ef
		Yİ	15,6hij	14,2ijk	14,9gh	Yİ	15,4 fgh	15,1f-ı	15,2de
		YAI	15,8hij	14,jkl	14,9gh	YAI	16,8fg	13,9h-k	15,4de
	Ak üçgül "A"	A	8,8p	8,5p	8,6l	A	11,8klm	12,2j-m	12,gh
		AI	9,9nop	8,0p	8,9l	AI	11,2lm	10,5m	10,9h
		AYİ	9,4op	8,2p	8,8l	AYİ	11,1lm	0 n	5,5 ı
	İngiliz çimi "İ"	İ	25,5de	21,1g	23,3d	İ	23,7de	26,8c	25,3b
		İY	27,8bcd	0,0r	13,9hij	İY	25,5cd	0 n	12,8g
		İA	23,fg	16,5hı	19,7e	İA	22,8975	24,1de	23,5b
		İAY	28,6 bc	0,0r	14,3hı	İAY	26,2cd	0 n	13,1 fg
Ortalama	SxÖ*	18,C	10,2D		SxÖ*	18,B	11,6C		
	S*	14,1B			S*	14,8B			
LSD Değerleri		S:0,25; SxKŞ:1,7; SxÖ:0,8; SxKŞxÖ:2,4				S:0,4; SxKŞ:1,8; SxÖ:0,8; SxKŞxÖ:2,6			

* Aynı interaksiyonlarda aynı satır içerisinde benzer büyük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farksızdır.

+ Aynı interaksiyonlarda aynı sütün içerisinde benzer küçük harfle gösterilen ölçüm ortalamaları, %5 düzeyinde birbirlerinden farksızdır.

Çizelge 3.48’da su konusu incelendiğinde, 2021 yılında tüm karışım ortalamalarında

stoma boyu sulu parsellerde 19,9 μm , kuru parsellerde ise 14,1 μm olarak ölçülmüştür. 2022 yılında stoma boyu sulu parsellerde 20,5 μm , kuru parsellerde ise 14,8 μm olarak belirlenmiştir.

Birleştirilmiş yıllar stoma boyuna ait ölçüm verileri incelendiğinde (Çizelge 3.48), S x KŞ interaksyonuna ait en yüksek değerin 2021 yılında 30,7 μm ile yalın ekilen İngiliz çimine ait olduğu, 2022 yılında ise İngiliz çiminin ait olduğu tüm karışım şekillerinden elde edilmiştir.

Bitkiler stoma yapısı bakımından türler arasında anatomik farklılık göstermekte olup, İngiliz çiminde stomalar böbrek şeklinde (gözenek+ koruma hücreleri) ve yaprak damarlarına paralel uzanmış olup (Şekil 2.15), daha büyük stoma yapısına sahip olmasından kaynaklı daha yüksek stoma boyutları ve daha düşük stoma yoğunluğu verileri elde edilmiştir. Genellikle küçük stomaların yüksek stoma yoğunluğu, büyük stomaların ise düşük stoma yoğunluğu verdiği sonucu (Metcalf ve Chalk, 1988; Beerling ve Woodward, 1997) çalışmamızca da desteklenmektedir.

Su konusu x ölçüm interaksyonu incelendiğinde (SxÖ) en fazla stoma boyu 2021 yılında sulama yapılan parsellerde birinci ölçüm veri ortalamalarından (20,4 μm), 2022 yılında ise sulu parseller de birinci ölçüm (20,3 μm) ile ikinci ölçüm (20,6 μm) ortalamalarından elde edilmiştir (Çizelge 3.48).

Denemenin yürütüldüğü yıllarda ölçüm verilerinin dahil olduğu “SxKŞxÖ” interaksyonu incelendiğinde en yüksek stoma boyuna ait değer,2021 yılında sulama yapılan parsellerde yalın İngiliz çimine ait birinci (30,0 μm) ile ikinci ölçüm (31,5 μm) tarihinde alınan verilerden, 2022 yılında ise sulama yapılan parsellerde İngiliz çiminin yonca ile girdiği ikili karışım şekline (İY:31,3 μm) ait ikinci ölçüm ile üçlü karışım şekline (İAY:31,2) ait birinci ölçüm verilerinden elde edilmiştir. Balkan (2011), buğday bitkisinde kuraklık stresi ile ilgili yürüttüğü bir çalışmada, kuraklık stresi artıkça stoma boyu değerlerin kısaldığını, deneme alanından elde edilen stoma boyu değerlerinin 36,07-49,6 μm arasında değiştiğini tespit etmiştir. Bu değerler bizim çalışmamızda yer alan buğdaygil familyasından olan İngiliz çimine ait değerlerden farklı olduğu bunun sebebinin ise bitkiler arası tür farklılıklarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (Salisbury,1927; Ticha, 1982).

Tenikecier (2019), Fabaceae familyasından olan koca fiğde stoma boyu değerlerinin 9,33-15,56 μm arasında değiştiğini tespit etmiştir. Araştırmacıya ait bu değerler aynı familyadan olan ak üçgül bitkisine ait değerlerle örtüştüğü, yonca bitkisine ait stoma boyu değerleri ile farklılık sergilediği belirlenmiştir.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sulu tarım yapılan parsellerde sezon boyunca ot verimi için yılda üç biçim, kuru tarım yapılan parsellerde iki biçim alınabilmektedir. En fazla toplam yeşil ot verimi yalın yonca (Y; 2964 kg/da) ile yonca + İngiliz çimi (Yİ; 2891 kg/da) karışım şekline ait sulama yapılan parsellerden elde edilmiştir. Kuru parsellerde ise en fazla yeşil ot verim ortalaması 1641 kg/da ile yalın “A”, 1586 kg/da ile yonca + ak üçgül + İngiliz çimi (YAİ) ve 1564 kg/da ile yalın yonca (Y) karışım şeklerinden elde edilmiştir. İki yıllık sonuçlarına göre; mera tesisi olarak sulama yapılan arazilerde yonca x İngiliz çimi ikili karışımı (Yİ), sulama yapılmayan arazilerde ise yonca x ak üçgül x İngiliz çimi (YAİ) üçlü karışımı hem yeşil ot hem de kuru ot elde edilmesi amacıyla benzer ekolojik şartlara sahip bölgeler için önerilebilir.

Mera karışımlarının kalite performanslarına ait bazı veriler incelendiğinde, su konuları arasında farklılıklar olduğu gibi, karışım şekilleri arasında da farklı ölçüm değerleri elde saptanmıştır. Yemlerin kalite analizlerinde yıl ortalamalarına göre ham protein oranına ait en yüksek değerinin sulama yapılan parsellerin yalın yonca ekilişi (%17,6) ortalamalarından, en düşük ham protein oranı değerinin ise kuru tarım yapılan parsellerin yalın “İ” ekilişinden elde edilmiştir. Kuru tarım yapılan parsellerde de en yüksek ham protein oranının %15,1 ile yalın yonca ekilişlerinde tespit edilmiştir. En düşük ham protein oranı değerinin ise kuru tarım yapılan parsellerin yalın “İ: %8” ekilişlerinde saptanmıştır. Birleştirilmiş yıllar en yüksek ADF oranının sulama yapılan parsellerde yalın İngiliz çimi (%30,5) ile “Yİ” ikili karışım şeklerinden (%29,3), en düşük ADF oranının ise sulama yapılan parsellerin yalın ak üçgül (%16,6) ekilişlerine ait veri ortalamalarında saptanmıştır.

Bitki gruplarının sulu ve kuru koşullar altında gösterdikleri fizyolojik tepkimeler incelendiğinde, her iki su konusunda hem çeşitler hem de çeşitlerin oluşturduğu karışım şekilleri ile ölçümlerin yapıldığı zamanlar arasında istatistiksel olarak farklılıkların olduğu araştırmamızca tespit edilmiştir. Sulamanın bitki türlerinde bitki morfolojisi, vejetatif gelişmesi, kalitesi yönünden olumlu etkilerin olması yanında bitki fizyolojisi açısından da olumlu tepkiler sergilediği gözlemlenmiştir. Çalışmamızda ayrıca bitki türlerinin bir arada oluşturduğu sosyolojik yaşam alanında yani karışım halinde yetiştirildiklerinde hem sulu hem de kuru koşullar altında farklı fizyolojik tepkiler verdiği, bu tepkimelerin bazı bitki türlerinde olumlu bazı bitki türlerinde olumsuz etki yaptığı tespit edilmiştir. Örneğin, sulama yapılmayan parsellerde, ak üçgül ve İngiliz çimi bitkisinin yonca bitkisi ile girdiği karışımlarada ikinci ölçüm verisinin elde edilmemiş olması olumsuz etkisi, bunun yanında ak üçgül ve İngiliz

çiminin kuru koşullar altında karışım halinde ekilişlerinde ikinci ölçüm verilerinin elde edilmesi olumlu etki yaptığı söylenebilir. Sonuç olarak ak üçgül ve İngiliz çimi karışım halinde ekildiklerinde hem topraktaki nem eksikliğini hem de yaz sıcaklıklarını daha iyi tolere edebildiği yani yaz periyodunda canlılıklarını devam ettirebildikleri gözlemlenmiştir.

Fizyolojik ölçümlerde yıl ve ölçüm ortalamalarına göre en fazla bitki örtüsü sıcaklığının kuru tarım yapılan parsellerde ak üçgül bitkisinin yalın ekilişi (A:32,3⁰C) ile İngiliz çimiyle girdiği (Aİ:32,3⁰C) ikili karışım şeklinden elde edilmiştir. Stoma iletkenliğine ait en yüksek değerin sulama yapılan parsellerde ak üçgülün İngiliz çimi ile girdiği ikili karışım şeklinin (Aİ) (Ö1:118,3 mmol m⁻²s⁻¹) verilerinden elde edilmiştir. En fazla klorofil içeriğinin yonca bitkisinin üçlü karışım şekline ait (YAI) birinci ölçüm (62,7 SPAD) veri ortalamalarında saptanmıştır. En yüksek bağıl su içeriği değerinin, sulama yapılan parsellerde yonca bitkisinin İngiliz çimi ile girdiği ikili karışım şeklinin (Yİ: %81,8) birinci ölçüm verilerinden elde edilmiştir.

Kurak koşullar altında rekabet güçleri arasında fark olan bitki türlerinin yapay mera karışımlarında kullanılması düşünülüyorsa, bu bitki gruplarının aynı sıra üzerine ekimi yerine çapraz ekim veya sıra arası genişliğinin uzatılarak ayrı sıralara ekimlerinin yapılmasının stresi tolere edilebileceği düşünülmektedir. Fakat bu durum, kuru tarım yapılan parsellerde tür ve karışım ortalamalarında düşüş olduğu gerçeğini değiştirmese de türlerin strese karşı mukaveme gösterebilme yeteğini artırabilir.

Çalışmamızca elde edilen veriler sonucunda, yaprağın üst epidermis yüzeylerinde bulunan stomaların boyutları ve yoğunluklarında incelenen bitki türleri arasında önemli farklılıklar olduğu saptanmış olup, stomaların anatomik yapısının bitkilerin tanımlanması için önemli bir taksonomik araç olduğu söylenebilir.

Araştırmamızdan elde edilen verilerin günümüzün önemli bir konusu olan kuraklık ve sıcaklıktan kaynaklı abiyotik stresin, bitki tür ve karışımlarında ot verimi, otun kalitesi ve bitki fizyolojisine ait bazı parametreler üzerinde etkileri incelenip değerlendirilmiş olup, elde edilen sonuçların literatüre ve alınacak önlemlere önemli bir katkı sağlayacağı öngörülmüştür. Ek olarak, zorlu bir ortamda adapte olma ve hayatta kalma yetenekleri açısından bu koşullara verilen seçilmiş bitki tepkileri de açıklanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aasamaa, K., Sober, A. and Rahi, M. (2001). Leaf anatomical characteristics associated with shoot hydraulic conductance, stomatal conductance and stomatal sensitivity to changes of leaf water status in temperate deciduous trees. *Aust. Jour. Plant Physiol.* 28:765–774, doi: 10.1071/PP00157.
- Açıkgöz, E. (1991). *Yem Bitkileri*. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Uludağ Üniversitesi Basımevi, 456 s. Bursa.
- Açıkgöz, E. (2001). *Yem Bitkileri*. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, 3. Baskı, Bursa.
- Açıkgöz, E. (2021). *Yem Bitkileri*. T.C. Tarım Orman Bakanlığı Eğitim Yayın Dairesi Başkanlığı Matbaası. 4. Baskı, Ankara.
- Adamovics, A. and Gutmane, I. (2018). The influence of nitrogen fertiliser and legume content on the quality of multi-species swards. *Proceedings of the 27th General Meeting of the European Grassland Federation Cork*, 111-115, Ireland.
- Aghanejad, M., Mahfoozi, S. and Sharghi, Y. (2015). Effects of late season drought stress on some physiological traits. *Yield and Yield Components of Wheat Genotypes Biological Forum-An International Journal*, 7(1):1426-1431.
- Agurla, S., Gahir, S., Munemasa, S., Murata, Y. and Raghavendra, A.S. (2018). Mechanism of stomatal closure in plants exposed to drought and cold stress. *Part of the Advances in Experimental Medicine and Biology book series (AEMB)*, 1081, syf. 215-232. Doi: 10.1007/978-981-13-1244-1_12., Hindistan.
- Akbari, N. ve Avcıoğlu, R (1992). Ege bölgesine uygun bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin agronomik özellikleri ile yem kaliteleri üzerinde araştırma (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Akbay Tohumcu, S. ve Temel, S. (2020). Iğdır koşullarında mera tesisinde kullanılabilecek bazı buğdaygil-baklagil tür ve karışımların kalite performansları. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(3): 576–585.
- Akin, D.E., Ames-Gottfred, N. Hartleyr, D., Fulcherr, G. and Rigsby, L.L. (1990). Microspectrophotometry of phenolic compounds in bermuda grass cell walls in relation to rumen microbial digestion. *Crop Science*, 30, 396–401.
- Akman, Y. (1985). Botanik (Hücre, Doku ve Organlar). Okan Yayıncılık, 2. Baskı. 276 s., Ankara.
- Albayrak, S. ve Ekiz, H. (2005). An investigation on the establishment of artificial pasture under Ankara's ecological conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forest*, 29:69-74.
- Altın, M. (1987). Sulu koşullarda bazı yem bitkileri ile bunların karışımlarının değişik azot seviyelerindeki kuru ot verimleri. *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 11(2), 249-261.
- Altın, M., Gökkuş, A. ve Koç, A. (2005). Çayır Mera Islahı. Çayır –Mera Yem Bitkileri ve Havsa Geliştirme Dairesi Başkanlığı, ISBN 975-407-188-8, Ankara.

- Alonso, M., Casoda-Garcia, A. and Heras, J. (2021). Stomata segmentation using deep learning. *In 7th workshop on computer vision in plant phenotyping and agriculture (CVPPA) October 11, 2021 (pp. 1-3). CVPPA.*
- Anjum, F., Yaseen, M., Rasul, E. Wahid, A and Anjum, S. (2003). Water stress in barley (*Hordeum vulgare* L.). I. effect on morphological characters. *Pak. J. Agric. Sci.*, 40: 43–44.
- Anonim (2022). 2021 Tarım Raporu, Tekirdağ. PDF (tekirdag.tarimorman.gov.tr).
- Anonim (2024). Sofular mahallesi muhtarlığından alınan güncel veriler.22.05.2024.
- Assmann, S.M., Snyder, J.A. and Lee, Y.R.J. (2000). ABA-deficient (aba1) and ABA-insensitive (abi1-1, abi2-1) mutants of Arabidopsis have a wild-type stomatal response to humidity. *Plant Cell and Environment*, 23: 387-395.
- Araghi, S.G. and Assad, M.T. (1998). Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. *Euphytica*, 103:293-299.
- Artan, H. (2019). Şanlıurfa sulu koşullarında yonca (medicago sativa l.) ile bazı çok yıllık sıcak iklim buğdaygil yem bitkilerinin karışımlarının performanslarının belirlenmesi (Doktora Tezi), Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Arslan, T., Doğan, A., Uyak, C. ve Güzel, D.U. (2022). Bazı yerel üzüm çeşitlerinde (*Vitis vinifera* L.) stoma özellikleri ile fiziksel ve kimyasal özellikler arasındaki ilişkiler. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg.* 25 (2): 243-252, doi: 10.18016/ksutarimdog.vi.752695.
- Arve, L.E., Torre, S., Olsen, J.E. and Tanino, K.K. (2011). Stomatal responses to drought stress and air humidity. *Abiotic Stress in Plants – Mechanisms and Adaptations*, 12: 267—280.
- Astor, T., Grüner, E. and Wachendorf, M. (2021). Remote sensing-based estimation of nitrogen fixation in organically managed legume-grass mixtures. *EGF Volume 26: Sensing – New Insights into Grassland Science and Practice*, page: 50, Grassland Science in Europe, 2021.
- Atış, İ. (2006). Çukurova sulu koşullarında suni mera tesisinde ak üçgülle (*Trifolium repens* L.) karışıma girebilecek çok yıllık buğdaygil yem bitkilerinin ve bunların en uygun karışım oranlarının saptanması, (Doktora Tezi), Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Avcı, M. (2000). Çukurova’da geçici yapay mera kurma amacıyla yetiştirilebilecek kışlık çok yıllık buğdaygil+baklagil yem bitkileri karışımlarının saptanması (Doktora Tezi), Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Avcıoğlu, R., Hatipoğlu, R. ve Karadağ, Y. (2009). *Yem Bitkileri Genel Bölüm Cilt 1. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, TÜGEM, Bölüm 5, syf: 163-169, İzmir.*
- Bakır, Ö. (1985). *Çayır ve mera ıslahı prensip ve uygulamaları*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 272 s., s: 25-30, Ankara.
- Balcı, F. ve Koçak, N. (2010). Yaprak/sap oranının yem bitkilerinde besin içeriği üzerine etkisi. *Türkiye tarımsal Bilimler Dergisi*, 18(1),102-110.
- Balkan, A. (2011). Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) kurağa dayanıklılıkla ilişkili morfolojik ve fizyolojik özelliklerin saptanması üzerine araştırmalar (Doktora Tezi), Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 216s.

- Ball, D.M., Hoveland, C.S. and Lacefield, G.D. (1996). *Forage quality. In: Southern Forages* (2nd edition). Potash & Phosphate Institute and Foundation for Agronomic Research, 124-132, Norcross, GA.
- Ball, D., Collins, M., Lacefield, G., Neal, M., Mertens, D., Olson, K., Putnam, D., Undersander, D. and Wolf, M.W. (2001). Understanding forage quality. *American Farm Bureau Federation Publication*, 1-01, Park Ridge, IL. Erişim tarihi: 03.01.2023. https://www.academia.edu/108142872/Understanding_Forage_Quality.
- Başaran, U, Acar Z, Mut, H. ve Aşcı, Ö.Ö. (2006). *Doğal Olarak Yetişen Bazı Baklagil Yem Bitkilerinin Bazı Morfolojik ve Tarımsal Özellikleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(3): 314-317.
- Başdemir, F. ve Yıldırım, M. (2020). Yabancı nohut genotiplerinin yüksek buhar basıncı açıklığında stoma iletkenlik indeksi değışimleri. *Toprak bilimi ve bitki besleme dergisi*, 8(2) 128-236.
- Beerling, D. J. and Woodward, F. I. (1997). Changes in land plant function over the Phanerozoic: reconstructions based on the fossil record. *Bot. J. Linn. Soc.* 124: 137–153.
- Bindi, M., Hacour, A., Vandermeiren, K., Craigon, J., Ojanperä, K. and Sellden, G. (2002). Chlorophyll concentration of potatoes grown under elevated carbon dioxide and/or ozone concentrations. *European Journal of Agronomy*, 17(4):319-335.
- Blum, A. (2009). Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. *Field Crops Research*, 112 (2-3), 119-123. DOI: 10.1016/j.fcr.2009.03.009.
- Boso, S., Gago, P., Villaverde, V.A., Santiago, J.L., Mendez, J., Pazos, I. and Martinez, M.C. (2011). Variability at the electron microscopic level in leaves of members of the genus *Vitis*. *Scientia Horti*, 128, 228–238.
- Boyer, J. S. (1982). Plant Productivity and Environment, *Science* 218: 443–448.
- Bray, E. A., Bailey-Serres, J., and Weretilnyk, E. (2000). *Responses to abiotic stresses, in: Biochemistry and molecular biology of plants*, eds.: Gruissem, W., Buchanan, B. ve Jones, R. (Rockville, MD: American Society of Plant Physiologists), 1158–1249.
- Brink, G., Hall, M., Shewmaker, G. Undersander, D. Martin, N. and R. Walgenbach. (2010). Changes in alfalfa yield and nutritive value within individual harvest periods. *Agronomy Journal*, 102 (4): 1274–82.
- Bruinenberg, M. H, Valk, H., Korevaar, H. and Struik, P. C. (2002). *Factors affecting digestibility of temperate forages from semi natural grasslands: a review*. 21.03.2023. <https://www.academia.edu/17025737>.
- Budak, F. ve F, Budak. (2014). Quality on forage plants and factors effecting forage quality. *Turkish Journal of Scientific Reviews*, 7(1): 1-6.
- Bulgurlu, Ş. ve Ergül, M. (1978). *Yemlerin fiziksel kimyasal ve biyolojik analiz metotları*, Ege Üniversitesi Basımevi, Yayın No: 127, İzmir.
- Bunce, J.A. (2001). Direct and acclimatory responses of stomatal conductance to elevated

- carbon dioxide in four herbaceous crop species in the field. *Global change biology*, 7(3):323-331.
- Buxton, D. R., Hornstein, J. S., Wedin, W. F. and Marten, G. C. (1985). Forage quality in stratified canopies of alfalfa, birdsfoot trefoil, and red clover, *Crop Science*, 25 (2): 273–79.
- Buxton, D. R. and Hornstein, J. S. (1986). Cell-Wall concentration and components in stratified canopies of alfalfa, birdsfoot trefoil, and red clover. *Crop Science*, 26 (1): 180-184.
- Buxton, D. R. (1996). Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Animal Feed Science and Technology*, 59 (1): 37-49.
- Caradus, J.L., Brock, J.R., and Hay, M. (1989). Fifty years of white clover research in New Zealand. *Proceeding of the. New Zealand Grassland Association*, 50 (1), 25–39. doi: 10.33584/jnzg.1989.50.1868.
- Caradus, J.R. and Brock, J.R. (1989). *Influence of grazing management and drought on white clover population performance and genotypic frequency*. Proceedings of a tri-lateral workshop, Honolulu, Hawaii.
- Casson, S.A. and Hetherington, A.M. (2010). Environmental regulation of stomatal development. *Current Opinion in Plant Biology*, (1):90-5, doi: 10.1016/j.pbi.2009.08.005.
- Chen, J.J., Sun, Y., Kopp K, Oki, L.R., Jones, S.B. and Hipps, L. (2023). Physiological and canopy temperature responses to drought of four penstemon species. *Hort Science* 58(5):539–549. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI16996-22>.
- Chatterjee, A. and Solankey, S.S. (2015). Functional physiology in drought tolerance of vegetable crops—an approach to mitigate climate change impact. *Climate Dynamics in Horticultural Science –1*: 150-171.
- Chaves, M. M., Maroco, J. P., and Pereira, J. S. (2003). Understanding plant responses to drought- from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology*, 30: 239–264.
- Chaves, M. M., Pereira, J. S., Maroco, J., Rodrigues, M.L., Ricardo, C.P.P., Osorio, M.L., Carvalho, I., Faria, T. and Pinheiro, C. (2002). How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. *Annals of Botany*, 89 (7), 907–916.
- Casgrove, D.R. (2005). The influence of irrigation on stem elongation and cell wall components in forage grasses. *Grass and Forage Science*, 60 (3), 271-279.
- Cseuz, L., Pauk, J., Kertesz, Z., Matus, J., Fonad, P., Tari, I. and Erdei, L. (2002). Wheat breeding for tolerance to drought stress at the cereals research non-profit company. *Acta Biol. Szeged*, 46(3-4): 25-26.
- Cosgrove, G, Anderson, C. and Fletcher, R. (1996). Do cattle exhibit a preference for white clover? *Agronomy Society of New Zealand*, 11: 83-86. 15.01.2024. <https://www.agronomysociety.org.nz/11.-white-clover>.
- Çağan, E., Başbağ, M. ve Aydın, A. (2012). Diyarbakır ili doğal meralarından toplanan bazı tek yıllık yonca türlerinde (*Medicago* spp.) kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Türk. Doğa ve Fen Dergisi*, 1(1):34-38.

- Çeliksaş, N., Can, E., Kaya, S., Atis, I., Hatipoğlu, R. ve Ertekin, I. (2019), New multivariate empirical prediction equation for relative feed value of native grasses. *Applied Ecology And Environmental Research*, 18(4):5049-5063.
- Ceulemans, R., Van Praet, L. and Jiang, X.N. (1995). Effects of CO₂ enrichment, leaf position and clone on stomatal index and epidermal cell density in poplar (*Populus*). *New Phytol* 131:99– 107.
- Cherney, J.H., Volanec, J.J. and Nyquist, W.E. (1985). Sequential fiber analysis of forage as influenced by sample weight. *Crop Science*, 5: 1113-1115.
- Çınar, N., Aydın Şakir, K., Dinç, N., Büyüktaş, D. ve Işık, M. (2016). Yerfıstığında (*Arachis hypogaea* L.) su stresinin stoma özellikleri üzerine etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences, Araştırma Makalesi*, 29(2): 79-84.
- Çınar, S. (2012). Çukurova taban koşullarında bazı çok yıllık sıcak mevsim buğdaygil yem bitkilerinin yonca (*Medicago sativa* L.) ile uygun karışımlarının belirlenmesi (Doktora tezi), Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Çınar, S., Hatipoğlu, R., Gündel, F. D., Aktaş, A. ve Avcı M. (2014). Performances of some perennial warm season grasses alfalfa (*Medicago sativa* L.) mixtures under Mediterranean conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, 19(2), 212-218. 03 Ocak 2024, <https://www.researchgate.net/publication/328644070>.
- Çoban, S., 2007. *Nohut genotiplerinde kuraklığa bağlı fizyolojik parametreler ve mineral beslenme üzerine salisilik asidin etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dehaan, L.R., Weisberg, S., Tilman, D. and Fornara, D. (2010), Agricultural and biofuel implications of a species diversity experiment with native perennial grassland plants. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 137, 33–38, United States.
- Dencic, S, Kastori, R, Kobiljski, B. and Duggan, B. (2000). Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. *Euphytica*, 113: 43-52.
- Deka, D., Singh, A.K. and Singh, A.K. (2018). Effect of drought stress on crop plants with special reference to drought avoidance and tolerance mechanisms: A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7: 2703–2721, 11 Ocak 2024, doi: 10.20546/ijcmas.2018.709.336.
- Demirevska, K., Zasheva, D., Dimitrov, R., Simova-Stoilova, L., Stamenova, M. and Feller, U. (2009). Drought stress effects on Rubisco in wheat: changes in the Rubisco large subunit. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31:1129-1138, doi:10.1007/s11738-009-0331-2.
- Dita, M. A., Risipail, N., Prats, E., Rubiales, D., and Singh, K. B. (2006). Biotechnology approaches to overcome biotic and abiotic stress constraints in legumes. *Euphytica*, 147: 1–24.
- Doheny-Adams, T., Hunt, L., Franks P.J., Beerling, D.J. and Gray, J.E. (2012) Genetic manipulation of stomatal density influences stomatal size, plant growth and tolerance to restricted water supply across a growth carbon dioxide gradient. *Philosophical Transactions*

of the Royal Society Biological Sciences, 367:547–555. 28 Mart 2023. doi: 10.1098/rstb.2011.0272.

Dolferus, R. (2014). To grow or not to grow: A stressful decision for plants. *Plant Science*, 2229: 247-261. 11 Ocak 2023. Doi: 10.1016/j.plantsci.2014.10.002.

Donnelly, A., Craigon, J., Black, C.R., Colls, J.J. and Landon, G. (2001). Elevated CO₂ increases biomass and tuberyield in potato even at high ozone concentrations. *New Phytologist*, 149(2):265-274.

Duchini, P.G., Guzatti, G.C., Echeverria, J.R., Américo, L.F. and Sbrissia, A.F. (2018). Forage yield in a mixture composed by grasses with different growth strategies. *Grassland Science in Europe*, Vol. 23 – Sustainable meat and milk production from grasslands, payge:154-156, Ireland.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). Ank. Üniv. Zir. Fak. Yayınları No: 1021, 214 s, Ankara.

Dziegielewski, B. (2003). “Long-term and short-term measures for coping with drought”, in tools for drought mitigation in mediterranean regions. *Water Science and Technology Library*, 44, 319–339.

Egan, L., Hofmann, R., Nichols, S., Hadipurnomo, J. and Villegas, V.H. (2021). Transpiration rate of white clover (*Trifolium repens* L.) cultivars in drying soil. *Front. Plant Science*, 12: 595030, 20 Mart 2023. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.595030>.

Elçi, Ş. (1994). Sitogenetikte araştırma yöntemleri and gözlemler. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Yayınları*, Yayın No:18, 238s, Van.

Elçi, Ş. ve Sancak, C. (2009). Sitogenetikte araştırma yöntemleri ve gözlemler. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, Ders Kitabı, 227s, Ankara.

Elgersma, A., Nassiri, M., and Schlepers, H. (1998). Competition in perennial ryegrass-white clover mixtures under cutting. 1. Dry-matter yield, species composition and nitrogen fixation. *Grass and Forage Science*, 53(4), 353–366.

Engin, M. and Sprent, J.I. (1973): Effects of water stress on growth and nitrogen fixing activity of *Trifolium repens*. *New Phytologist*. 72, 117-126.

Ergon, A., Kirwan, L., Bleken, M. A., Skjelvåg, A.O., Collins, R. P. ve Rognli, O. A. (2016) Species interactions in a grassland mixture under low nitrogen fertilization and two cutting frequencies. 1. dry-matter yield and dynamics of species composition. *Grass and Forage Science*, 71 (4), 667-682.

Erice, G., Louahlia, S., Irigoyen, J. J., Sanchez-Diaz, M. and Avice, J.-C. (2010). Biomass partitioning, morphology and water status of four alfalfa genotypes submitted to progressive drought and subsequent recovery. *Journal of Plant Phys.* 167 (2): 114–20.

Erkovan, H. İ., Güllap, M, K. ve Gül İ. (2008). Çayır mera yem bitkilerinde rekabet ve süksesyon. *Alınleri Zirai Bilim. Derg.* 14: 27-38.

Fales, S.L. and McMurphy, W.E. (1997). Effect of irrigation and nitrogen on yield and quality of smooth brome grass. *Agronomy Journal*, 69(2), 479-484.

- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, S.M.A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agron. Sustain. Dev.*, 29: 185-212
- Foster, A., Vera, C.L., Malhi, S.S. and Clarke, F.R. (2014). Forage yield of simple and complex grass-legume mixtures under two management strategies. *Canadian Journal of Plant Science*, 94: 41-50, doi:10.4141/CJPS2013-095.
- DaCosta, M. and Huang, B (2009). *Physiological adaptations of perennial grasses to drought stress*, in: *Perspectives in Biophysical Plant Ecophysiology, a tribute to Park S. Nobel*, (eds: Barrera E. D. and W.K. Smith). Universidad Nacional Autonoma de Mexico, 169-190, ISBN: 987-0-578-00421-1.
- Doktora, A., Loi, A. and Davies, W. (1998). Selection of annual ryegrass for adaptation to semi-arid conditions. Articolo in Rivista, 10.1016/S1161-0301(98)00024-0. <https://publications.cnr.it/doc/254132>. Erişim tarihi:01.03.2023.
- Franca, A., Porqueddu, C., Re, G.A., Sanna, F., Sulas, L. and Melis, R.A.M. (2018). Evaluation of drought tolerance in two accessions of milo grass (*Pipthatherum miliaceum* L.) Sustainable meat and milk production from grasslands. *Proceedings of the 27th General Meeting of the European Grassland Federation (EGF)*, 23: 226. Cork, Ireland.
- Geravandi, M., Farshadfar, E. and Kahrizi, D. (2011). Evaluation of some physiological traits as indicators of drought tolerance in bread wheat genotypes. *Russian Journal of Plant Physiology*, 58 (1): 69-75.
- Ghidan, W. F. and Rania A. K. (2021), Assessment of some agro physiological traits and genetic markers in rice (*Oryza sativa* L.) under normal and water stress conditions. *Jour. of Plant Production*, Vol 12 (1):73 – 86. Mansoura.
- Gilbert, C. L., Smith, G. R. and Pemberton, I. J. (1992). Perennial clover production at overton. *Forage Research in Texas*, CPR-5011, s:1-2.
- Gilliland, T.J., Hennessy, D. and Ball, T. (2018). Breeding resilient cultivars for European grass based ruminant production systems. *Proceedings of the 27th General Meeting of the European Grassland Federation Cork*, payge: 29-33, Ireland.
- Gorai, M., Hachef, A. and Neffati, M. (2010). Differential responses in growth and water relationship of *Medicago sativa* (L.) cv. Gabès and *Astragalus gombiformis* (Pom.) under water-limited conditions. *Emir. Jour. Food Agric.*, 22 (1): 01-12.
- Gökalp, S., Yazıcı L., Çankaya, N. ve İspirli, K. (2017). Determination of forage yield and quality performance of some alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars in Tokat-Kazova ecological conditions. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 34(3): 114-127.
- Gökkuş, A. ve Koç, A. (2001). *Mera ve çayır yönetimi*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları. Cilt, 228.
- Grieu, P., Guehl, J. M. and Aussenac, G., (1988). The effect of soil and atmospheric drought on photosynthesis and stomatal control of gas exchange in three coniferous species. *Physiologia Plantarum*, 73: 97-104.

- Guy, C., Hennessy, D., Gilliland, T.J., Coughlan, F. and McCarthy, B. (2018). Breeding resilient cultivars for European grass based ruminant production systems. *Proceedings of the 27th General Meeting of the European Grassland Federation Cork*, payge:74-79, Ireland.
- Güzelordu, T. (2007). *Mercimek (Lens culinaris Medik. cvs) çeşitlerinde fosfor etkinliğinin kuraklığa tolerans üzerine etkisi*. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Ankara.
- Hamidi H. and Safarnejad A. (2010). Effect of drought stress on alfalfa cultivars (*Medicago sativa* L.) in germination stage. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Science*, 8 (6): 705-709.
- Harris, W. and Rhodes, I. (1989). *Comparison of ryegrass-white clover competitive of interaction in new zeland and wales*. Proceedings of the XVI. International Grassland Congress, s. 617-618, France.
- Haworth, M., Elliott-Kingston, C. and McElwain, J.C. (2011). Stomatal control as a driver of plantevolution., University College Dublin, Belfield, Ireland. *Journal of Experimental Botany*, 62 (8): 2419–2423, <https://doi.org/10.1093/jxb/err086>.
- Hennessy, D., McAuliffe, S. and Egan, M. (2016). Herbage and milk production from grass-only and grass-clover swards. *Grassland Science in Europe, Vol. 23 – Sustainable meat and milk production from grasslands*. Syf 223, Cork, Ireland.
- Hennessy, D., Saad, M., Mac Namee, B., O'Connor, N.E., McGuinness, K., Albert, P., Narayanan, B., Fitzpatrick, E. and O'Connor, A.H. (2020). Using image analysis and machine learning to estimate sward clover content. *Grassland Science in Europe, Volume 26*, Page 132.
- Heshmati, S., Tonn, B. and Isselstein, J. (2018). Does white clover genotype affect the performance of grassclover mixtures? Herbage and milk production from grass-only and grass-clover swards. *Grassland Science in Europe, 23 – Sustainable meat and milk production from grasslands*. Syf 225. 17-21, June 2018, Cork, Ireland.
- Hetherington, A. M. (2001). Koruma hücreleri sinyali. *Hücre*, 107, 711-714. doi: 10.1016/S0092-8674(01)00606-7.
- Hetherington, A. M. and Woodward, F. I. (2003). Çevresel değişimi algılama ve yönlendirmede stomaların rolü. *Doğa*, 424, 901, doi: 10.1038/nature01843..
- Hill, R.R. and Baylor, J.E. (1983). Genotype x environment interaction analysis for yield in alfalfa, *Crop Science*, 23, 811-815. 10 Ocak 2024. [https://www.academia.edu/91551061/Genotype Environment Interaction Analysis for Yield in Alfalfa1](https://www.academia.edu/91551061/Genotype_Environment_Interaction_Analysis_for_Yield_in_Alfalfa1)
- Huyghe, C., De Vliegher, A., Van Gils, B. and Peeters, A. (2014). Grassland and herbivore production in Europe and effects of common policies. *Editions Quae*, 320, doi:10.35690/978-2-7592-2157-8. hal-01189917.
- Jackson, R.D. (1982). Canopy temperature and crop water stress. *Advances in Irrigation*, 1, 43-85.

- Jahufer, M. Z. Z., Ford, J. L., Widdup, K. H., Harris, C., Cousins, G. and Ayres, J. F. (2013). Improving white clover for Australasia. *Crop Pasture Science*, 63, 739–745. doi: 10.1071/CP12142.
- Jefferson, P. G., Zentner, R. P., Selles, F. and Lemke, R. (2007). Performance of short-lived perennial grasses grown with and without alfalfa at a semiarid location in southern Saskatchewan. *Canadian Journal Plant Science*, 87, 5965. 10 Ocak 2023. <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.4141/P05-103>.
- Jia, Y., Li F.M., Wang X.L. and Yang S.M. (2006). Soil water and alfalfa yields as affected by alternating ridges and furrows in rainfall harvest in a semiarid environment. *Field Crop Research*, 97,167–175. doi: 10.1016/j.fcr.2005.09.009.
- Julier, B, Huyghe, C. and Ecalte, C. (2000). Within and amongcultivar genetic variation in alfalfa: Forage quality, morphology and yield. *Crop Science*, 40:365-369.
- Kaçar, B. (2015). *Genel bitki fizyolojisi*. Nobel Akademik Yayıncılık, 1. Basım, Yayın No:1243, Ankara.
- Kalefetoğlu, T. ve Ekmekçi, Y. (2002). Bitkilerde kuraklık stresinin etkileri ve dayanıklılık mekanizmaları (Derleme), *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 18 (4): 723-740, ISSN 1303-9709.
- Kalefetoğlu, T ve Ekmekçi, Y (2005). Bitkilerde kuraklık stresinin etkileri ve dayanıklılık mekanizmaları. *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 18 (4): 723-740.
- Kamalak, A, Canbolat, O, Gurbuz, Y, Ozay, O. ve Ozkose, E, (2004). Variation in metabolizable energy content of forages estimated using in vitro gas production. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 7(4):601-605.
- Karabulut, A, Canbolat, O, Kalkan, H, Gurbuzol, F, Sucu, E. ve Filya, I. (2007). Comparison of in vitro gas production, metabolizable energy, organic matter digestibility and microbial protein production of some legume hays. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 20(4): 517-522.
- Karsten, H.D.and MacAdam, J.W. (2001). Effect of drought on growth, carbohydrates, and soil water use by perennial ryegrass, tall fescue and white clover, *Crop Science*, 41:156-166.
- Kazemi, M., Tahmasbi, A. M., Naserian, A. A., Valizadeh, R. and Moheghi, M. M. (2012). Potential nutritive value of some forage species used as ruminants feed in Iran. – *African Journal of Biotechnology*, 11: 12110-12117.
- Kjeldahl, J. (1883). *A new method for the determination of nitrogen in organic matter. Zeitschrift für Analytische Chemie*, 22, 366-382. Erişim tarihi: 19.06.2022. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01338151>.
- Khan, H. R., Link, W., Hocking, T.J. and Stoddard, F.L. (2007). Evaluation of physiological traits for improving droughttolerance in faba bean (*Vicia faba* L.), *Plant Soil*, 292: 205-217, doi:10.1007/s11104-007-9217-5.
- Khan, H. R., Paull, J. G., Siddique, K. H. M. and Stoddard, F. L. (2010). Faba bean breeding for drought-affected environments: A physiological and agronomic perspective. *Field Crops Research*, 115: 279–286.

- Kocaoğlu Güçlü, B. (2008). *Yem bitkileri ve meraya dayalı hayvancılık eğitimi*, Erciyes Üniversitesi Yayın No:160, S.S. İlyas Köyü Tarımsal Kalkınma Kooperatifi Yayın, Syf: 287-295, Kayseri.
- Kollist, H., Nuhkat, M. and Roelfsema, M.R. (2014). Closing gaps: linking elements that control stomatal movement. *New Phytologist*, 203(1), 44-62, doi: 10.1111/nph.12832.
- Kovar, P., Vozar, L. and Hric, P. (2019). Impact of various moisture regime on selected growth-production characteristics of *Medicago sativa* L. and *Trifolium pratense* L., *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 22, (2): 52–57, Doi: [10.15414/afz.2019.22.02.52-57](https://doi.org/10.15414/afz.2019.22.02.52-57), Nitra, Slovak Republic.
- Kurt, N. (2008). *Orta karadeniz bölgesi bazı kestane genotiplerinin yaprak ve stoma özellikleri*. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 64s.
- Kurt, G. (2016). *Kırklareli ili Lüleburgaz ilçesi doğal merasının verimi, botanik kompozisyonu ve bitki boyları üzerine bir araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 78s.
- Lambers, H., Chapin, F.S. and Pons, T.L. (1998). *Plant Physiological Ecology, Chapter: 3 Plant Water Relations*, 154-209, doi:10.1007/978-1-4757-2855-2, New York.
- Lara, S. and Alborno, L. (2023). Health aspects of alfalfa (*Medicago sativa*) grazing management, *Agrociencia Uruguay*, 27. Doi: 10.31285/AGRO.27.1208ISSN 2730-506.
- Lawson, T. and Weyers J. D. B. (1997). Heterogeneity in Stomatal Characteristics, Department of Biological Sciences. University of Dundee. *Advances in Botanical Research*. Vol.26 Incorporating Advances in Plant Pathology, 22 Haziran 2022. https://www.academia.edu/12651105/Heterogeneity_in_stomatal_characteristics.
- Lawson, T., Craighan, J., Tulloch, A.M., Black, C.R., Colls, J. J. and Landon, G. (2001). Photosynthetic responses to elevated CO₂ and O₃ in field-grown potato (*Solanum tuberosum*). *Journal of Plant Physiology*, 158 (3): 3009-323. 22 Haziran 2022. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0176161704700401>.
- Lawson, T., and Blatt, M. R. (2014). Stomatal size, speed, and responsiveness impact on photosynthesis and water use efficiency. *Plant Physiol*, 164, 1556–1570. 20 Haziran 2022. https://www.academia.edu/12651102/Stomatal_size_speed_and_responsiveness_impact_on_photosynthesis_and_water_use_efficiency.
- Lazaridou, M. and Vrahnakis, M.S. (2005). Cutting effects on persistence and sustainability of an alfalfa-tall fescue mixture. *Grassland Science in Europe*, Vol. 10, Syf:190-194.
- Leinonen, I. and Jones, H. G. (2004). Combining thermal and visible imagery for estimating canopy temperature and identifying plant stress. *Journal of Experimental Botany*, 55, (401):1423-1431.
- Liu, Y., Wu, Q., Ge, G., Han G. and Jia Y. (2018). Influence of drought stress on alfalfa yields and nutritional composition. *BMC Plant Biol*. 18: 13. <https://doi.org/10.1186/s12870-017-1226-9>, Erişim tarihi: Mart 16, 2023.
- Liu, W., Liu, L., Gao, J., Wu, S and Liu, Y. (2023), Evaluation of the effectiveness of irrigation

- methods and fertilization strategies for alfalfa: A meta-analysis. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 209(6):788-801, <https://doi.org/10.1111/jac.12660>. 24 Ocak 2023.
- Lüscher, A., Mueller-Harvey, I., Soussana, J.F., Rees R.M. and Peyraud J.L. (2014) Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science* 69, 206-228.
- Malhi, S. S., Zentner, R. P. and Heier, K. (2002). Effectiveness of alfalfa in reducing fertilizer N input for optimum forage yield, protein concentration, returns and energy performance of bromegrass-alfalfa mixtures. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 62:219-227.
- Manga, İ. (1978). Yonca ve korungada değişik olgunluk devrelerinde yapılan biçmelerin ot verimine otun kalitesine ve yedek besin maddelerine etkileri üzerine araştırmalar. *Atatürk üniversitesi yayınları*, 147, Atatürk Üniversitesi Basımevi- Erzurum.
- Marsalis, M. A., Hagevoort, G. R. and Lauriault, L. M. (2009). *Hay quality, sampling and testing*. New Mexico State University, Cooperative Extension Service Publication, 6641. Las Cruces, New Mexico.
- Mårtensson, L.M., Carlsson, G., Prade, T. , Kørup, K. Lærke, P.E. and Jensen E.S. (2017). Water use efficiency and shoot biomass production under water limitation is negatively correlated to the discrimination against ^{13}C in the C_3 grasses *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea* and *Phalaris arundinacea*. *Plant Physiology and Biochemistry*. 113: 1-5. Erişim tarihi: 23 Ocak 2024. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.01.021>
- Mattos, L.M. and Moretti, C.L. (2015). Oxidative stress in plants under drought conditions and the role of different enzymes. *Enzyme Engineering*, 5: p. 1-6.
- Medrano, H. (2004). Understanding down-regulation of photosynthesis under water stress: future prospects and searching for physiological tools for irrigation management. *Annals of Applied Biology*, 144:273-283. Wiley, USD.
- Melillo, J.M., McGuire, A.D., Kicklighter, D.W., Moore, B., Vorosmarty, C. J. and Schloss, A.L. (1993). Global climate change and terrestrial net primary production – *Nature*, 363: 234.
- Mertens, D. (2011): *What are the five most important things to measure in hay crops?* In *Proceedings*, Western Alfalfa & Forage Conference, Las Vegas. 11-13 December 2011.
- Metcalf, C. R. and Chalk, L. (1988). *Anatomy of the Dicotyledons*. Vol. 1. 2nd Edition. 100-106. Clarendon Press, Oxford.
- Moore, K. J., and H-J. G. Jung, (2001). Lignin and Fiber Digestion. *Journal of Range Management*, 54 (4): 420–30.
- Murtaza, G., Rasool, F., Habib, R., Javed T., Sardar K., Ayup M.M., Ayup M.A. and Rasool A. (2016). A Review of Morphological, Physiological and Biochemical Responses of Plants Under Drought Stress Conditions. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)*. Vol-2, Issue-12.
- Mustafa, A. N., Şahbazi, A. H. and Aharizad, S. (2011). Durum buğdayı yerel türlerinin (triticum durum) terminal kuraklık stresine fizyolojik tepkilerinin değerlendirilmesi. *Çevre*

biyolojisindeki gelişmeler, *AENSI dergisi*, ISSN 1995-0756, 5(7): 1947-1954.

- Mwendia, S.W., Maass, B., Njenga, D. and Notenbaert, A. (2019), Perennial ryegrass and novel festulolium forage grasses in the tropical highlands of Central Kenya: Preliminary assessment. *Tropical Grasslands-Forages Tropicales* Vol. 7 (3):234–243. DOI: 10.17138/TGFT (7) 234-243.
- Naroui Rad, M. R., Mihdzar, A.K., Rafii, M.Y., Jaafar, H.Z.E. and Danaee, M. (2013). Gene action for physiological parameters and use of relative water content (RWC) for selection of tolerant and high yield genotypes in F2 population of wheat. *Australian Journal of Crop Science*, 7(3):407-413.
- Nave, R.L., Sulc, M.R. and Barker, D.J. (2013). Relationships of forage nutritive value to cool-season grass canopy characteristics. *Crop Science*, 53(1):341-348.
- Nilsdotter-Linde, N., Salomon, E., Adolfsson, N. and Spörndly, E. (2015). Trampling effects on leys from four seed mixtures – ground cover after grazing. The multiple roles of grassland in the European bioeconomy. *EGF Volume 21. Grassland Science in Europe*, 29-43. 2016. Trondheim, Norveç.
- Nobel, P.S. (1991). Physicochemical and environmental plant physiology, *Academic Press*, 1. Edition.
- Nori, A., Ahmedizade, M., Şahbazi, H. and Aharizad, S. (2011). Durum buğdayı yerel türlerinin (*Triticum durum*) terminal kuraklık stresine fizyolojik tepkilerinin değerlendirilmesi. Çevre Biyolojisindeki Gelişmeler, *AENSI Dergisi*, 5(7): 1947-1954, ISSN 1995-0756.
- NRC (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th Revised Edition, *National Academy Press*, (105), Washington, DC.
- Romena, M. H. and Najaphy, A. (2012). Physiological characteristics and grain yield of wheat under irrigated and rain-fed conditions. *Annals of Biological Research*, 3(7), 3178-3182.
- Ördeg, V. and Molnar, Z. (2011). *Plant Physiology*. TAMOP-4.1-08/1/A-2009-0010 projekt. https://www.academia.edu/32563497/Plant_physiology. Erişim tarihi:16.12.2023.
- Özkan, U. (2020), Türkiye yem bitkileri tarımına karşılaştırmalı genel bakış ve değerlendirme. *Turk Jour. Agr. Eng. Res. (TURKAGER)*, 1(1): 29-43.
- Özdemir, E., Sade, B., Soylu, S. ve Atalay, E. (2012). Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.)’da Priming Uygulamalarının Kurak ve Normal Ortam Koşullarında Büyüme Parametreleri İle Bağlı Su İçeriği Değerleri Üzerine Etkileri. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26 (2): 25-30, ISSN:1309-0550.
- Özpay, T., 2008. Taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin kuraklık stresine olan tepkilerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Öztürk, İ. (2011). *Ekmeklik buğday (Triticum aestivum L.) genotipinde kurağa dayanıklılığın karakterizasyonu ve kalite ile ilişkileri* (Doktora Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Öztürk, O. (2021). *Kırklareli koşullarında farklı damla sulama lateral derinliklerinin yalın ve*

karişım halinde ekilen yoncanın verimi, kalite parametreleri ve kök gelişimi üzerine etkisi. (Doktora Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ.

Pask, A.J.D., Pietragalla, J., Mullan, D.M. and Reynolds, M.P. (2012). *Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping*, Mexico, D.F.: CIMMYT, Handbook, 17.01.2024. Erişim adresi: <http://hdl.handle.net/10883/1288>.

Paulson, J., Raeth-knight, M. and Linn, J. (2008). *Grass vs legume forages for dairy cattle.* Presented at the 2008 Minnesota Nutrition Conference. http://134.84.92.130/forages/pdfs/paulson_mn_nutrition_conference_2008_grass_vs_legume.pdf. Erişim Tarihi: 22.06.2022.

Pekmezci, A. ve Dardeniz, A. (2018). Yalova Çekirdeksizi  z m çeşidinde ben düşme döneminden itibaren yapılan farklı düzeylerdeki sulama uygulamalarının  eşidin stoma özellikleri üzerine etkileri. * OM  Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (2): 7–11. ISSN: 2147–8384 / e-ISSN: 2564–6826.

Peyraud, J.L. and Peeters, A. (2016). The role of grassland based production system in the protein security. The multiple roles of grassland in the European bioeconomy. *European Grassland Federation (EGF)*, 21, Grassland Science in Europe, Page: 29-43, Trondheim, Norway.

Pirhofer-Walzl, K., Rasmussen, J., H gh-Jensen, H., Eriksen, J., S egaard, K. ve Rasmussen, J. (2012). Nitrogen transfer from forage legumes to nine neighbouring plants in a multi-species grassland. *Plant and Soil*, 350 (1–2): 71–84.

Pouyafard, N., Akkuzu, E. ve Kaya,  . (2016). Kıyı Ege koşullarında yetiştirilen Ayvalık zeytin fidanlarında su stresine bağlı bazı fizyolojik ve morfolojik değişimlerin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 13(01).

Quarrie, S.A. (1989). *Environmental stress in plants: biochemical and physiological mechanisms*, Cherry, J. H. (Ed.), (27-37), Springer-Verlag, Berlin.

Rashid, A., Qadir, S., Ahmad, N. and Hussain, K. (2003). Yield potential and stability of nine wheat varieties under water stress conditions and response to water stress. *Jour. Agri. Biol.*, 5(1): 85-87).

Ray, J. D. and Sinclair, T. R. (1997). Stomatal closure of maize hybrids in response to drying soil. *Crop Sci.* 37, 803–807. doi: 10.2135/cropsci1997. 0011183X003700030018x. Erişim tarihi: 19.06.2023.

Ray, J. D. and Sinclair, T. R. (1998). The effect of pot size on growth and transpiration of maize and soybean during water deficit stress. *Jour. Exp. Bot.* 49, 1381–1386. doi: 10.1093/jxb/49.325.1381. Erişim tarihi: 19.06.2023.

Reynolds, M.P., Skovmand, B., Trethowan, R. and Pfeiffer, W.H. (1999). *Evaluating a conceptual model for drought tolerance*, in: *Using molecular markers to improve drought tolerance*, (ed.: J.M. Ribaut). Mexico, D.F.: CIMMYT.

Reynolds, M.P., Ortiz-Monasterio, J.I. and McNab, A. (2001). *Application of physiology in wheat breeding*, D.F.: CIMMYT, Mexico.

- Richardson, A.D., Duigan, S. P. and Berlyn, G.P. (2002). An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. *New Phytol. Volume: 153*, 185–194.
- Rosales, M.A, Cuellar-Ortiz, S.M, Arrieta-Montiel M.P., Acosta-Gallegos, J. and Covarrubias, A.A. (2011). Physiological traits related to terminal drought resistance in common bean (*Phaseolus Vulgaris* L.): Drought Resistance-Related Traits in Common Bean. *Jour. Sci. Food Agr.* 93, 324–331. doi:10.1002/jsfa.5761.
- Rodziewicz, P., Swarczewicz, B., Chmielewska, K., Wojakowska, A. and Stobiecki, M. (2014). Influence of abiotic stresses on plantproteome and metabolome changes. *Acta Physiologiae Plantarum.* 36(1):1-9.
- Sabancı, C. O., Ertus, M.M. ve Celebi, S.Z. (2013). Collection, conservation and evaluation for forage yield of alfalfa landraces grown in East Anatolia. *Turkish Journal of Field Crops* 18(1): 46-51.
- Sağlamtimur, T., Tansı, V. ve Baytekin, H., (1995). *Yem bitkileri Yetiştirme*. ÇÜ Ziraat Fak. Ders Kitabı, No: 74, Adana, 238s.
- Salisbury, E. J. (1927). I. On the causes and ecological significance of stomatal frequency, with special reference to the woodland flora. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B*, 216, <https://doi.org/10.1098/rstb.1928.0001>.
- Sanderson, M.A and Elwinger, G.F. (1999). Grass species and cultivar effects on establishment of grass-white clover mixtures. *Article in Agronomy Journal*. DOI: 10.2134/agronj1999.916889x.
- Schreurs, N.M., McNabb, W.C, Tavendale, M.H , Lane, G.A., Barry, T.N, Cummings, T., Fraser, K., L’opez-Villalobos, N. and Ram’irez-Restrepo, C.A (2007). Skatole and indole concentration and the odour of fat from lambs that had grazed perennial ryegrass/white clover pasture or Lotus corniculatus. *Animal Feed Science and Technology*,138, pages: 254–271.
- Serin, Y., Gökkuş, A., Tan, M., Koç, A. ve Çomaklı, B. (1998). Suni çayır tesisinde kullanılabilecek uygun yembitkileri ve karışımlarının belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22(1), 13-20.
- Serin, Y. ve Tan, M. (2001). *Baklagil Yembitkileri*. Atatürk Ün. Ziraat Fak. Ders Yayınları No: 190, 177s., Erzurum.
- Sharma, K.D., Pannu, R.K., Tyagi, P.K., Chaudhary, B.D. and Singh, D.P. (2003). Effect of moisture stress on plant water relations and yield of different wheat genotypes, *Indian Journal Plant Physiol.* 8(1): 99-102.
- Shenk, J. S. and Barnes, R. F. (1985). Forages analysis and its application. *Forages Iowa State University Pres*, s. 445-451. Iowa.
- Sheaffer, C. C., Peterson M. A., Mccalin M., Volene J.J., Cherney,J.H., Johnson K.D.,Woodward W.T. and Viands D.R., (1995). *Acid detergent fiber, neutral detergent fiber concentration and relative feed value*, North American Alfalfa Improvement Conference, Minneapolis.

- Shamsun, Noor L., Robin, C., Schontz, D., Heulin, T. and Guckert, A. (1989). Effet d'un deficit hydrique sur le trèfle blanc (*Trifolium repens*). I. importance du cultivar. *Agronomie*, 9, 251-257.
- Shaw, B., Thomas, T. H. and Cooke, D. T. (2002). Responses of sugar beet (*Beta vulgaris*) drought and nutrient deficiency stress. *Plant Growth Regulation* 37, 77–83.
- Singh, S. and Reddy, K. R. (2011). Regulation of photosynthesis, fluorescence, stomatal conductance and water-use efficiency of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) under drought. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 105(1):40-50.
- Shiel, R.S., El Tilib, A. M.A. and Younger, A., (1999). The Influence of Fertilizer Nitrogen, White Clover Content and Environmental Factors on Nitrate Content of Perennial Ryegrass and Ryegrass/White Clover Swards. *Grass and Forage Science*, 54, 275-285.
- Silva, M.P. (2018). Forage mass, nutritive value and persistence of alfalfa and alfalfa mixtures as influenced by forage management. *Masters theses*. University of Tennessee, Knoxville.
- Smith, S., Weyers, J.D.B. and Berry, W.G. (1989). Variation in stomatal characteristics over the lower surface of *Commelina communis* leaves. *Plant, Cell and Environment*, 12, 653-659.
- Simith, S.E., Aldos, A. and Warburton, M. (1991). Morphological and agronomic variation North Africa and Arabian alfalfa's. *Crop Science* 31: 1159-1163.
- Sing, S. (2009). Variation in physiological traits for thermotolerance in wheat. *Indian Jour. Plant Physiol.* 14:407-412.
- Skovmand, B., Reynolds, M.P. and Delacy, I.H. (2001). *Searching genetic resources for physiological traits with potential for increasing yield, chapter 2*. Application of Physiology in Wheat Breeding (eds: Reynolds M.P., Ortiz-Monasterio J.I. and McNab, A.), 17-28. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico, D.F, CIMMYT.
- Slama, I., Tayachi, S., Jdey, A., Rouached, A. and Abdelly, C. (2011). Differential response to water deficit stress in alfalfa (*Medicago sativa*) cultivars: Growth, water relations, osmolyte accumulation and lipid peroxidation. *African Journal of Biotechnology*, 10(72), 16250-16259, doi: 10.5897/AJB11.1202.
- Sleugh, B., Moore, J. K., George, R. and Brummer, E. C. (2000). Binary legume mixtures improve forage yield, quality and seasonal distribution. *Agron. Jour.*, 92:24-29.
- Smith, D. (1970). Yield and chemical composition of leaves and stem of alfalfa at intervals up the shoots. *Jour. Agr. Food Chem.* (18) 4: 652-656.
- Sobarado, M.A. (1987). Leaf rolling: A visual indication of water deficit in corn (*Zea mays* L.). *Maydica*, 32: 9-18.
- Soegaard, K. and Nielsen, K.A. (2012) White and red clover in highly productive short-lasting grassland mixtures. *Grassland Science in Europe*, 17, 172-174.
- Stopa, W., Wrobel B., Paszkiewicz-Jasinska, A. and Zielewicz, W. (2022). The effect of the timing of harvesting the first regrowth of the sward on relative feed value, *Journal of*

Research and Applications in Agricultural Engineering, 67 (2): 39-44. Poland.
<https://doi.org/10.53502/JRGN9663>.

Sun, W., Zhao, X., Ling, Q., Li, H. and Gao, X. (2018). Exotic shrub species (*Caragana korshinskii*) is more resistant to extreme natural drought than native species (*Artemisia gmelinii*) in a semiarid revegetated ecosystem. *Agric. For. Meteorol*, 263, 207–216.

Svobodova, I. and Misa, P. (2018). *Effect of drought stress on the formation of yield elements in spring barley and the potential of stress expression reduction by foliar application of fertilizers and growth stimulator*. Agricultural Research Institute Kroměříž, Ltd., Czech Republic, doi:10.17221/4056-PSE. Erişim tarihi: 23.01.2024.

Şen, C. (2021). Climate, Drought And Pasture. Innovative Approaches In Meadow-Rangeland And Foragecrops. Chapter 1. *Faculty of Agriculture Department of Field Crops*. Tekirdağ.

Şen, C., Balkan, A., Başer, İ. and Bilgin, O. (2022). *Innovative Agricultural Practices In Soil, Plant And Environment*. Chapter 10. The Climate Change Impacts On Cultivated Agricultural Areas And Natural Vegetation. IKSAD.

Şengü, S. ve Tahtacıoğlu, L. (1996). Erzurum Ekolojik Şartlarında Farklı Yonca Çeşidi ve Hatlarında Ot ve Ham Protein Verimlerinin Belirlenmesi. *Türkiye 3. Çayır- Mer'a ve Yem Bitkileri Kongresi*, (608-614), Erzurum.

Taiz, L. and Zeiger, E. (2008). *Plant physiology*, (Bitki Fizyolojisi, çeviri ed.: İsmail Türkan), Palme Yayın Evi, III. Baskı, Ankara, 690s.

TAGEM, D. (2017). Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimleri.

Tekeli, A.S., Ateş, S. ve Koç, A. (2013). Farklı iklim koşullarının yem bitkisi üzerine etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 8(4),25-32.

Tenikecier, H. S. (2019). Bazı koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) çeşitlerinde farklı ekim zamanlarının morfolojik ve fizyolojik karakterler ile verim ve verim unsurlarına etkisinin saptanması üzerine araştırmalar (Doktora tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Terzi, R., Sağlam, A., Kutlu, H., Nar, H. ve Kadioğlu, A. (2010). Impact of soil drought stress on photochemical efficiency of photosystem II and antioxidant enzyme activities of *Phaseolus vulgaris* cultivars. *TÜBİTAK, Turk Jour. Bot.* 34:1-10. doi:10.3906/bot-0905-20.

Tetik, Ç. ve Dardeniz, A. (2016). Sofralık Üzüm Çeşitlerinde Omca Tacının Farklı Yöneyleri ile Günün Farklı Saatlerinin Yaprakların Stoma Yoğunluk ve Büyüklüklerine Etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (1): 21–29.

Tezara, W., Mitchel, V., Driscul, S.P. and Lawlor, D.W. (2002). Effects of waterdeficit and its interaction with CO₂ supply on the biochemistry and physiology of photosynthesis in sunflower. *Exp. Bot.*, 53: 1781-1791.

Thomas, H. (1984). Effects of drought on growth and competitive ability of perennial ryegrass and white clover. *Jour. Appl. Ecol.*, 21, 591–602. doi: 10.2307/ 2403431. Erişim tarihi: 15.06.2023.

Ticha, I. (1982). Photosynthetic characteristics during ontogenesis of leaves: 7. Stomata density

- and sizes. *Photosyntheiica* 16, (2): 375-471, Berlin, Almanya.
- Torricelli, R., Mazza, L., Schiatti, F., and Veronesi, F. (2001). Quality evaluation of *Medicago sativa* materials belonging to the Italian ecotype “Romagnola”. In Quality in lucerne and medics for animal production. Proceedings of the XIV Eucarpia *Medicago* spp. Group Meeting, (12-15). Zaragoza and Lleida, Spain.
- Tosun, F. (1974). *Baklagil ve buğdaygil yem bitkileri kültürü*. Atatürk Üniversitesi Yayınları. No:242.
- Tuğrul, K.M ve Bozbay, C.K. (2023). Effect of two types of mowers on crop drying rate, yield, and quality of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Applied Ecology And Environmental Research* 21(3):2731-2745.
- Tükel, T., Hatipoğlu, R., Kutlu, H. R., Görgülü, M., Polat, T., Çeliktaş, N. ve Kökten, K. (2002). GAP ve çukurova koşullarında biçme ve otlatmaya elverişli çok yıllık buğdaygil - baklagil karışımlarının saptanması üzerinde bir araştırma. *TÜBİTAK Araştırma Projesi Sonuç Raporu (Basılmamış)*, Proje No: TARP-1872.
- TÜİK, (2023). Türkiye İstatistik Kurumu, Bölgesel istatistikler, erişim adresi: <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/tabloOlustur.do>, erişim tarihi: 22.02.2024.
- Ulyatt, M.J., Lancashire, J.A. and Jones, W.T. (1977). The nutritive value of legumes. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 38: 107-118, doi: <https://doi.org/10.33584/jnzg.1976.38.1475>.
- Uslu, O.S., Kurt, O., Kaya, E. ve Kamalak, A. (2018). Effect of species on chemical composition, metabolizable energy, organic matter digestibility and methane production of some legume plants grown in turkey. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1): 1158-1161.
- Efe, B., Mutlu, Z., Işık, Ş., Mıntaş H. ve Hanoğlu Oral, H. (2023). Morphological, agronomic, and quality properties of the two developed populations of alfalfa (*Medicago sativa* L.) under non-irrigated conditions of semiarid regions. *Turk Journal Field Crops*, 28(2), 313-322, doi: 10.17557/tjfc.1333209.
- Ünal, S., Efe, B., Mutlu, Z., Işık, Ş., Mıntaş, H. ve Hanoğlu Oral, H. (2023). Morphological, agronomic, and quality properties of the two developed populations of alfalfa (*Medicago sativa* L.) under non-irrigated conditions of semiarid regions. *Turkish Journal of Field Crops*, 28 (2), 313-322, doi: 10.17557/tjfc.1333209
- Ünalp, E. (2014). *Farklı gelişme dönemleri ve biçim sıralarında yonca (Medicago sativa L.) kuru otunun ham protein, selüloz ve bazı mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Van Keuren, R. W. and Matches, A. G. (1988). *Pasture production and utilization*, in: *Alfalfa and alfalfa improvement* (eds: Hanson, A. A., Barnes, D. K. ve Hill, R. R), *Agronomy Monographs*, 29. ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI. 515-538. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr29.c16>.
- Van Soest, P. J. (1985). Composition fiber quality, and nutritive value of forages, in: Forages:

The Science of Grassland Agriculture (Eds: Heath, M.E., Barnes, R.F., Metcalfe D.S.), Iowa State University Press, 412-421, Iowa.

- Van Soest, P. J., Robertson, J. B. and Lewis, B. A., (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science*, 74:3583-3597, doi:10.3168/jds. S0022-0302(91)78551-2.
- Vaziriyeganeh, M., Lee, S. H., and Zwiazek, J. J. (2018). Water transport properties of root cells contribute to salt tolerance in halophytic grasses *Poa juncifolia* and *Puccinellia nuttalliana*. *Plant Science*, 276, 54–62, doi: 10.1016/j.plantsci.
- Venora, G. and Calcagno, F. (1991). Study of stomatal parameters of selection of drought resistant varieties in *Triticum durum* DESF. *Euphytica*, 57: 275-283.
- Vermeulen, K., Steppe, K., Liunh, N. S., Lemeur, R., De Backer, L., Bleyaert, P., Dekock, J., Aerts, J. M. and Berckmans, D. (2007). Simultaneous response of stem diameter, sap flow rate and leaf temperature of tomato plants to drought stress. *ActaHort*, 801: 1259-1266.
- Vough, L.R. and Marten, G.C. (1971). Influence of soil moisture and ambient temperature on yield and quality of alfalfa forage. *Agron. Journal*, 63 (1):40-42.
- Waldron, B. L., Peel, M. D., Larson, S.R., Mott, I. W. and Creech, J. E. (2017). Tall fescue forage mass in a grass-legume mixture: predicted efficiency of indirect selection, *Euphytica*, 213 (3): 67.
- Wilkins, P.W. (1991). Breeding perennial ryegrass for agriculture. *Euphytica*, 52, 201-214.
- Wilson, J. R., and Hatfield, R. D. (1997). Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: consequences for fibre degradation by rumen microflora. *Australian Journal Of Agricultural Research*, 48(2), 165-180.
- Woodward, F.I., Lake, J.A. and Quick, W.P. (2002). Stomatal development and CO₂: ecological consequences, *The New Phytologist*, 153, (3), Special Issue, pp. 477-484.
- Yang, H. M. and Wang, G. X. (2001). Leaf stomatal densities and distribution in *Triticum aestivum* under drought and CO₂ enrichment. *Acta Phytocologica Sinica*, 25(3): 312-316.
- Yang, H.X., Wang Y.T., Wu, M.H., Li, F., Zhou, C.L., Yang, L.J., Zheng, C., Li, Y., Guo, S.Y. and Song, C.P. (2024). SLPA-Net: a real-time recognition network for intelligent stomata localization and phenotypic analysis. *IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics*. <http://dx.doi.org/10.1109/TCBB.2024.3364208>. Erişim tarihi 16.02.2024.
- Yavuz, T. ve Karadağ, Y. (2016). Kırak koşullarda yapay mera karışımlarının verim ve kalite performansları. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(4): 155-163.
- Yılmaz, M. ve Albayrak, S. (2016). Determination of forage yield and quality of some alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars under Isparta ecological conditions. *Journal of Central Research Institute for Field Crops*, 25(1): 42-47.
- Yıldırım, M., Akıncı, C., Koç, M. ve Barutçular, C. (2009). Bitki örtüsü serinliği ve klorofil miktarının makarnalık buğday ıslahında kullanım olanakları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (3): 158-166.

- Zegaoui, Z., Planchais, S., Cabassa, C., Djebbar, R., Belbachir, O.A. and Carol, P. (2017). Variation in relative water content, proline accumulation and stress gene expression in two cowpea landraces under drought. *Journal of Plant Physiology*, 2017 November; 218:26-34. doi: 10.1016/j.jplph.2017.07.009. Epub 2017 Jul 14. PMID: 28763706.
- Zhang, Y.P., Wang, Z.M., Wu, Y.C. and Zhang, X. (2006). Stomatal characteristics of different green organs in wheat under different irrigation regimes. *Acta Agronomica Sinica*, 32(1):70–75.
- Zimkova, M. and Smajstrla, V. (1993). Production and persistence of white clover varieties under different climatic conditions. *White Clover in Europe: State of The Art REUR Technical Series*, 29, 98-101. 22 Kasım 2023, <https://www.fao.org/3/v2350e/v2350e0k.htm#TopOfPage>.

