

**T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**TOPRAK ALTI DAMLA SULAMA YÖNTEMİ İLE
UYGULANAN FARKLI SULAMA PROGRAMLARININ
YONCANIN (*Medicago sativa* L.) OT VERİMİ VE KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Mehmet Emin YELSİZ

**Danışman
Prof. Dr. Mevlüt TÜRK**

ISPARTA - 2019



© 2019 [Mehmet Emin YELSİZ]

TEZ ONAYI

TOPRAK ALTI DAMLA SULAMA YÖNTEMİ İLE UYGULANAN FARKLI SULAMA PROGRAMLARININ YONCANIN (*Medicago sativa* L.) OT VERİMİ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Mehmet Emin YELSİZ tarafından hazırlanan bu tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman Prof. Dr. Mevlüt TÜRK
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Üye Prof. Dr. Mehmet BİLGİN
Akdeniz Üniversitesi

Üye Prof. Dr. Yusuf UÇAR
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Yukarıdaki Jüri kararı Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/..../.... tarih ve/..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Yusuf UÇAR
Enstitü Müdürü

ETİK BEYANI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak ve bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmasında;

Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

22/10/2019

Mehmet Emin YELSİZ



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1. Araştırma Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri	14
3.2. Materyal	15
3.3. Yöntem.....	16
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	22
4.1. Bitki Su Tüketimi ve Sulama Suyu Miktarı.....	22
4.2. Kuru ot verimi (kg/da)	23
4.3. Ham protein oranı (%)	26
4.4. Nötral deterjan çözeltilisinde çözünmeyen lif (NDF)(%)	28
4.5. Asit deterjan çözeltilisinde çözünmeyen lif (ADF)(%).....	29
4.6. Toplam sindirilebilir besin maddesi (%).....	31
4.7. Nispi Yem Değeri (%)	33
4.8. Fosfor Oranı (%)	35
4.9. Potasyum Oranı (%).....	36
4.10. Kalsiyum Oranı (%).....	38
4.11. Magnezyum Oranı (%).....	39
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	42
KAYNAKLAR	44
ÖZGEÇMİŞ	52

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TOPRAK ALTI DAMLA SULAMA YÖNTEMİ İLE UYGULANAN FARKLI SULAMA PROGRAMLARININ YONCANIN (*Medicago sativa* L.) OT VERİMİ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Mehmet Emin YELSİZ

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mevlüt TÜRK

Bu araştırma, farklı su düzeylerinin yoncanın ot verimi ve kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2017-18 yılında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde yürütülmüştür. Çalışmada Bilensoy yonca çeşidine beş farklı su düzeyi (I₁₀₀, I₇₅, I₅₀, I₂₅, I₀) uygulanmıştır. Bu çalışma, TÜBİTAK-TOVAG 2150329 nolu proje kapsamında yürütülmektedir. 01.05.2016 tarihinde başlamış olan bu projede arazi çalışmaları devam etmektedir. Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak planlanmıştır. Biçimler ana parsel, su kısıtlı uygulamaları alt parsel olarak düzenlenmiştir.

Araştırmada kuru ot verimi, ham protein oranı, ADF, NDF oranları, toplam sindirilebilir besin maddesi, nispi yem değeri, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içerikleri belirlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre hem kısıtlı sulama uygulamasının hem de biçimlerin incelenen tüm özellikler üzerine etkisinin istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre uygulanan su miktarı arttıkça kuru ot verimi, ADF, NDF, fosfor, potasyum oranları artarken, ham protein oranı, toplam sindirilebilir besin maddesi, nispi yem değeri, kalsiyum ve magnezyum oranları azalmıştır. Biçimler ilerledikçe kuru ot verimi, ADF ve NDF oranları azalırken, ham protein oranı, toplam sindirilebilir besin maddesi, nispi yem değeri artmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toprak altı damla sulama, Yonca, Kısıtlı su uygulaması, Kuru ot verimi, ADF

2019, 52 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE EFFECTS OF DEFICIT IRRIGATIONS ON HAY YIELD AND QUALITY OF ALFALFA (*Medicago Sativa L.*) IRRIGATED WITH THE SUBSURFACE DRIP IRRIGATION METHOD

Mehmet Emin YELSİZ

**Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Field Crop**

Supervisor: Prof. Dr. Mevlüt TÜRK

This study was conducted to determine the effects of deficit irrigations on hay yield and quality of alfalfa at Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Education, Research and Application Farm in 2017-2018. In this research, five different water levels (I100, I75, I50, I25, I0) were applied to Bilensoy alfalfa cultivar. This study is carried out within the scope of TUBITAK-TOVAG project 215O329. In this project which started on 01.05.2016, field studies are continuing.

This study was carried out according to a randomized complete block experiment design with split plot design three replicates. Cuttings in main plots and deficit irrigations in sub-plots were randomly distributed. Hay yield, crude protein content, ADF, NDF ratios, total digestible nutrient (TDN), relative feed value (RFV), phosphorus, potassium, calcium and magnesium contents were determined in this research. According to the analysis of variance, the effect of both deficit irrigation application and cuttings on all investigated features was statistically significant at 1% level.

According to the results of the study, as the amount of water applied increased, hay yield, ADF, NDF, phosphorus, potassium ratios increased, crude protein content, total digestible nutrients, relative feed value, calcium and magnesium ratios decreased. With progressed cuttings, hay yield, ADF and NDF ratios decreased while crude protein ratio, total digestible nutrients, relative feed value increased.

Key Words: Subsurface drip irrigation, Alfalfa, Deficit irrigations, Hay yield, ADF

2019, 52 pages

TEŞEKKÜR

Tezimin y¼r¼t¼lmesinde desteğini ve emeğini hiğbir zaman esirgemeyen tez danıŐmanım sayın Prof. Dr. Mevl¼t T¼RK'e, sayın hocam Prof. Dr. Yusuf UçAR'a, ęalıŐma s¼resince bana desteklerinden dolayı sayın Öğr. Gör. Mehmet ALAGÖZ'e ve ArŐ. Gör. Emre TOPęU'ya teŐekk¼rlerimi sunarım.

Tezimin geręekleŐmesinde 2150329 numaralı proje ile maddi destek sağlayan T¼BİTAK'a teŐekk¼r ederim.

Tezimin her aŐamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Mehmet Emin YELSİZ
ISPARTA, 2019



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Deneme alanının genel görünümü	14
Şekil 3.2. Biçim öncesi deneme alanının genel görünümü	17
Şekil 3.3. Denemedeki çalışmalardan bazı görüntüler	19
Şekil 4.1. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama kuru ot verimleri	25
Şekil 4.2. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama ham protein oranları.....	27
Şekil 4.3. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama NDF oranları	29
Şekil 4.4. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama ADF oranları	30
Şekil 4.5. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama TSBM oranları	33
Şekil 4.6. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama nispi yem değerleri	34
Şekil 4.7. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama P oranları.....	36
Şekil 4.8. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama K oranları	37
Şekil 4.9. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama Ca oranları	39
Şekil 4.10. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama Mg oranları	40

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Araştırma yerinin 2018 yılına ait iklim verileri	14
Çizelge 3.2. Araştırma yerine ait toprak özellikleri	15
Çizelge 4.1. Deneme konularına göre bitki su tüketimi ve sulama suyu miktarları (mm).....	22
Çizelge 4.2. Çalışmada elde edilen verilere ait varyans analiz sonuçları	23
Çizelge 4.3. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama kuru ot verimleri (kg/da).....	24
Çizelge 4.4. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama ortalama ham protein oranları (%).....	26
Çizelge 4.5. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama NDF oranları (%)	28
Çizelge 4.6. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama ADF oranları (%)	30
Çizelge 4.7. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama TSBM oranları (%)	32
Çizelge 4.8. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama nispi yem değerleri	33
Çizelge 4.9. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama fosfor oranları (%)	35
Çizelge 4.10. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama potasyum oranları (%)	37
Çizelge 4.11. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama kalsiyum oranları (%)	38
Çizelge 4.12. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama magnezyum oranları (%)	40

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ADF	Acid detergent fiber
AS	Amonyum sülfat
Ca	Kalsiyum
cm	Santimetre
da	Dekar
g	Gram
ha	Hektar
HP	Ham protein
K	Potasyum
Kg	Kilogram
KM	Kuru madde
m	Metre
Mg	Magnezyum
mm	Milimetre
N	Azot
NDF	Neutral detergent fiber
NYD	Nispi yem değeri
P	Fosfor
TSBM	Toplam sindirilebilir besin maddesi
TSP	Triple süper fosfat

1. GİRİŞ

Yonca (*Medicago sativa* L.) hayvan beslemede gerek ülkemizde ve gerekse dünya genelinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Yaş ve kuru ot olarak tüketilebildiği gibi silajı yapılarak da değerlendirilebilmektedir. Ülkemizde hemen her bölgesinde başarıyla yetiştirilebilmektedir. Üstün besleme özelliği ve yüksek verimi nedeni ile yem bitkilerinin kraliçesi olarak adlandırılan yoncanın verimi biçim sayısına, toprak verimliliğine ve iklim şartlarına göre değişmektedir. Yonca genellikle kuru ot, silaj, pelet ve suni mera karışımlarında kullanılır. Hayvansal üretimde yem açığını karşılamak ve yem bitkileri üretimini teşvik etmek amacıyla son yıllarda çok yıllık yem bitkilerinin üretimine devlet tarafından destek verilmektedir (Açıkgöz vd., 2005). Bunun bir sonucu olarak Türkiye’de yonca üretimi alanlarında günden güne bir artış söz konusudur.

Yonca hem kuru hemde sulu koşullarda yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Kuru şartlarda yetiştirilen yoncanın biçim sayısı ve yeniden büyüme oranının düşük olmasından kaynaklı kuru ot veriminde de düşüş olması kaçınılmaz bir sonuçtur. Yonca vejetasyon periyodunun uzunluğu ve fizyolojik özellikleri nedeniyle mevsimlik su ihtiyacı fazla olan bir bitkidir. Dünyada yarı kurak ve kurak alanlarda tarımsal üretimi kısıtlayan başlıca faktörler su kıtlığı ve kuraklıktır. Bu nedenle, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde su kullanım etkinliğinin artırılması gereğinden hareketle yoncada da suyun daha iyi kontrol edilebildiği ve daha etkin kullanılabilirdiği sulama yöntemlerinin kullanılması araştırılmalıdır. Tarımsal sulama yapılan alanlarda küresel su kıtlığını azaltacak değişikliklerin yapılması planlanmalıdır. Buna ek olarak toplumun artan gıda ihtiyacını karşılamak için tarımsal su yönetiminin su, enerji ve toprağı göz önüne alarak yapılması gerekmektedir (Kassam vd., 2007).

Pek çok yem bitkisinde olduğu gibi yoncada da artan bitki su tüketiminin beraberinde kuru madde üretimini de artırdığı ve bitki su tüketimi ile verim arasında doğrusal (+) bir ilişkinin olduğu bilinmektedir. Tam sulama koşullarında daha fazla su tüketerek daha fazla kuru madde üretmesi, kısıtlı su koşullarında ise su stresine karşı biyolojik olarak kendini adapte ederek bu koşullarda yüksek kaliteli ot verimi sağlayabilmesi gibi nedenlerle kısıtlı sulama koşullarına en uygun bitkilerden biri de yoncadır (Lindenmayer vd., 2011).

Su kaynaklarının etkin kullanımı ve birim suya karşılık elde edilecek verimin artırılması için su uygulama randımanları diğer yöntemlere göre daha yüksek olan yüzey altı damla sulama yöntemi gibi yöntemlerin yaygınlaştırılması ve bu yöntemle sulanan bitkilerin tam ve kısıntılı sulama koşullarında su-üretim fonksiyonlarının belirlenmesi gerekir.

Yoncanın sulama, gübreleme gibi tarımsal girdilere iyi tepki vermesi ve birim alanda bol ot üretmesi yetiştiriciliğinin yaygınlaşmasındaki önemli etkenlerdir (Yulafçı ve Pul, 2005). Büyüme mevsimi boyunca yoncanın gelişme göstermesi kurak bölgelerde yaz aylarında sulama suyu ihtiyacını artırmakta ve bol yeşil aksam ürettiği için çoğu sulu tarım bitkisine göre daha fazla su tüketmektedir (Hanson vd., 2007). Her ne kadar suya iyi tepki verse de 350 mm yağış alan yerlerde bile canlı kalarak yeterli ot üretebilecek kadar da kurağa dayanıklıdır (Tan ve Serin, 2013).

Dünyada şehirleşme ve endüstrileşmeye paralel olarak, tarımsal sulamaya ayrılan su miktarı azalmaktadır (Holechek vd., 2003). Yine küresel iklim değişikliğine bağlı olarak yaz aylarında akarsu kaynaklarındaki azalmalar günümüzün önemli problemlerinden birisidir. Bu sorunlara paralel olarak su kaynaklarının kıt olduğu yörelerde kısıtlı sulamaya ilgi artmış ve yonca gibi bitkilerde çalışmalar yoğunluk kazanmıştır (Saeed ve El-Nadi, 1997; Lindenmayer vd., 2011).

Gerek ülkemizde gerekse yurtdışında yoncada yapılan kısıtlı sulama denemelerinden farklı sonuçlar alınmaktadır. Kuslu vd. (2010), Erzurum'da yürüttükleri bir çalışmada mevsim boyu su kısıtlamasının yoncada kuru madde üretimini ciddi ölçüde düşürdüğüne dikkat çekmişlerdir. Birçok araştırmada su kısıtlamasına bağlı olarak ADF, NDF ve ham protein oranının arttığı ifade edilmiştir (Halim vd., 1989; Seguin vd., 2002; Hanson vd., 2007). Araştırmacılar, yem kalitesindeki bu artışa bitkinin karbonhidrat sentezindeki azalmaya bağlı olarak hücre duvarı bileşenlerindeki azalmanın neden olduğunu ifade etmişlerdir.

Su kısıtlaması her ne kadar yoncada verimi düşürse de belirli bir süreyle yapılan kısıtlamanın yoncanın ömür uzunluğuna etki etmediği ve takip eden yıllarda normal sulama yapıldığında bitkinin eski potansiyele ulaştığına dikkat çekilmektedir (Hanson vd., 2007). Kısıtlama süresince yoncanın canlı kalabilmesinde iklim oldukça önemli

bir etkiye sahiptir. Uzayan sıcak ve kurak dönem bitkinin canlılığını olumsuz yönde etkilemektedir. Ancak aşırı kurak bölgelerde bile bitki iki ay süreyle canlılığını muhafaza edebilmektedir (Shewmaker vd., 2013). Yoncanın kısıtlı sulamaya karşı verim tepkisi iklime göre değişmektedir. Mevsim boyu su kısıtlaması kuru tarım kuşağında yoncada ot verimini düşürse de büyüme mevsiminin belirli dönemlerinde su kısıtlaması verimde daha az kayba neden olmaktadır. Bu uygulama kurak bölgelerde ekonomik açıdan daha etkin sonuç vermekte ve bu sayede diğer ürünler veya şehir şebekeleri için daha fazla su tasarrufu sağlanabilmektedir (Lindenmayer vd., 2011).

Su kısıtlaması sadece diğer su kullanım alanları için su tasarruf etmekle kalmaz aynı zamanda tarımsal zararlıların yoğunluğunu azaltmak başta olmak üzere diğer çevre faktörleri açısından da faydalı olabilmektedir. Özellikle yaz aylarında su kesilmesi sonucu yoncanın dormansiye girmesiyle toprak üstü aksamı kalmadığı için yoncayı konukçu olarak kullanan başta patates böceği olmak üzere çoğu böcek ve bazı hastalık amillerinin yoğunluğunda ciddi bir azalmaya sebep olmakta ve bunun sonucu olarak takip eden dönemde tarımsal mücadele giderleri azalmaktadır (Ottman, 2011). Yoncada yaz aylarında su kullanım etkinliğinin düştüğü de hesaba katıldığında, yoncada dönemlik su kısıtlaması uygulamasının su tasarrufunun yanı sıra çevre koruma açısından da önemli bir katkısı olmaktadır.

Bu araştırma, daha önceki adaptasyon çalışmaları ile yöreye uygunluğu belirlenmiş olan Bilensoy yonca çeşidinde, yüzey altı damla sulama yöntemiyle uygulanan farklı su miktarlarının yoncanın ot verimi ve kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Yoncanın su tüketimi, ot verimi ve kalitesi, su kısıtı uygulamalarına tepkisi ile ilgili olarak gerek ulusal gerekse uluslararası alanda yapılan araştırmaların bir kısmı aşağda özetlenmiştir.

Toprak neminin yoncanın verim ve kalitesine etkilerinin incelendiğı çalışmada yüksek toprak nem içeriğinde yetişen yonca bitkisinin daha az kuru madde ürettiğı belirlenmiştir. Yüksek toprak nem içeriğine sahip topraklarda yetişen yoncada yüksek yaprak oranı ve sindirilebilirlik belirlenirken, daha düşük ADF ve ADL içeriğı tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda düşük sıcaklık ve toprak nemi stresine maruz kalan bitkilerde ot kalitesinin, yüksek sıcaklık ve toprak nemi stresine maruz kalanlardan daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (Vough ve Marten, 1971).

Bauder vd. (1978), North Dakota'da yıllık toplam 500 mm yağış alan bir bölgede yürüttükleri çalışmada kuru şartlarda hektara 5 ton olan yonca ot üretiminin kısıtlı sulama şartlarında 9.7 ton, tam sulama şartlarında ise 10.2 ton olduğunu kaydetmişlerdir.

Güney Kıbrıs'ta Metochis ve Orphanos (1981), tarafından yürütölen bir çalışmanın sonucunda bitkilerde su kullanım etkinliğinin azaldığı Temmuz ve Ağustos aylarında iki ay süreyle sulamanın kesilmesinin ot veriminde bir miktar azalmaya sebep olduğunu fakat su kullanım etkinliğinin arttığını ve bitki canlılığının etkilenmediği ifade edilmiştir.

Carter ve Sheaffer (1983), yürüttükleri sulama çalışmasında 4 su seviyesinin (tam sulama, az sulama, kısıtlı sulama ve kurak koşullar) kuru madde üretimi, günlük büyüme hızı, sindirilebilir kuru madde oranı ve ham protein oranlarını inceledikleri çalışma sonucunda; tam ve az sulama uygulamalarında kuru madde üretiminde artış olduğunu, sulama miktarının azalması ile günlük büyüme hızının azaldığı, azalan su uygulamasının yaprak-sap oranını, sindirilebilir kuru madde oranını ve ham protein oranını arttırdığı ifade etmişlerdir.

Donovan ve Meek (1983), yaptıkları çalışmada yoncaya kurak, yarı kurak ve sulu olmak üzere sırasıyla 56, 66 ve 75 Ep su seviyelerini uygulanmışlar, yoncanın kuru ot veriminin uygulanan su ile birlikte arttığını, protein oranının ise azaldığını belirlemişlerdir.

Salter vd. (1984), 7 yonca çeşidi ve 3 genotipin düşük, orta ve yüksek sulama uygulamalarına karşı verim ve kök özelliklerini incelemişler, seçilen çeşit ve genotiplerin kuru ot veriminin düşük ve orta su seviyesinde tam sulamaya göre sırasıyla %55 ve 30 oranında azaldığını belirlemişlerdir. Su seviyelerindeki azalma ile birlikte kök ağırlığında azalma, kök saçaklanmasında ise artış olduğu tespit edilmiştir.

Halim (1989), bitki olgunluğu, fenolojik gelişim ve büyümesi üzerine su stresinin etkilerini incelemiş, su stresi altında yetişen yoncanın ot kalitesinin daha yüksek olduğunu, kuru madde sindirilebilirliğinin su stresi altında %9, protein oranının ise %11 oranında daha fazla olduğunu, su stresi altında selüloz oranı azalırken hemiselüloz oranında artış olduğunu tespit etmiştir.

Yonca ile yapılan sulama çalışmalarında bitkinin su isteğinin iklime göre değiştiğine dikkat çeken araştırmacılar (Hill vd., 1983; Myer vd., 1991) bitkinin su kullanımı ile kuru madde üretimi arasında doğrusal bir ilişkinin bulunduğuna dikkat çekmişlerdir (Bauder vd., 1978; Sheaffer vd., 1988; Grimes vd., 1992). Aranjuelo vd., (2001) ise su kısıtlamasına bağlı olarak ortaya çıkan kuraklığın nodül oluşumu ve azot bağlamayı olumsuz yönde etkilediğine dikkat belirtmiştir.

Petil vd. (1992), yoncanın sera şartlarında yarı kurak, kısıtlı sulama ve tam sulama şartlarında verim ve kalite özelliklerini inceledikleri çalışmada, artan su miktarı ile birlikte kuru madde üretiminin, ADF ve ADL oranlarının arttığını, protein oranının ise azaldığını tespit etmişlerdir. Araştırma sonucunda düşük sıcaklık ve düşük toprak neminin yoncanın kalitesini artırdığı tespit edilmiştir.

Saeed ve Nadi (1997), sulamanın yoncanın gelişimi, verimi ve su kullanım etkinliği üzerine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada, deneme konularına 7 gün aralıkla 65 mm, 10 gün aralıkla 80 mm ve 13 gün aralıkla 104 mm sulama suyu uygulamışlardır. Sulama aralığı daha geniş fakat daha fazla su uygulanan deneme

konusunun, bitki boyunu, sap yoğunluğunu, yaprak alan indeksini, toplam kuru madde miktarını ve su kullanım etkinliğini azalttığını bildirmişlerdir. Maksimum verim, 7, 10 ve 13 gün arayla sulama yapılan konularda sırasıyla, 15.3, 12.9 ve 11.2 ton/ha olarak belirlemişler, su kullanım etkinliğini ise aynı konularda sırasıyla, 0.12, 0.10 ve 0.08 ton/ha/cm olarak hesaplamışlardır.

Wissuwa ve Smith (1997), Arizona'da dormansisi olmayan yonca genotiplerinin yaz su kesimi sonucu oluşan kuraklığa dayanıklılık ile ot verimi, sap sayısı, yaprak alanı, kök çapı ve kök yapısal olmayan karbonhidrat arasındaki ilişkileri incelemişler, bitki boyu ile kurağa dayanıklılık arasında zayıf bir ilişki olmakla birlikte, su kesimini takiben 28. günde kök tacında bulunan yapısal olmayan karbonhidrat oranı arasında pozitif bir ilişki olduğunu, bu karbonhidratların kurak dönem solunum faaliyetleri için hayati önemde olduğunu ifade etmişlerdir.

Ray vd. (1999), ABD'nin New Mexico eyaletinde 28 yonca genotipi ile yaptıkları çalışmada genotipler arasında kurak şartlarda verim farklılığının ortaya çıktığı, yaprak/sap oranı düşük olan uzun boylu genotiplerin su stresi durumunda daha yüksek kuru madde üretim potansiyeline sahip olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Camp vd. (2000), toprakaltı damla sulama yönteminin geçmişi, mevcut durumu ve geleceğini inceledikleri araştırmada, yöntemin avantaj ve dezavantajlarını belirtmişlerdir. Toprakaltı damla sulama yönteminin ilk kullanımının 1959 yıllarında başladığı, fakat birtakım dezavantajlarının ortaya çıkmasından dolayı, en hızlı gelişimin ise damla sulama boru ve damlatıcı üretimindeki gelişmelerden sonra son 20 yıl içerisinde ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Başlangıçta, ekonomik değeri yüksek olan sebze ve meyvelerde kullanılan toprakaltı damla sulama yöntemleri günümüzde pamuk, mısır, yonca gibi bitkilerin sulanmasında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalarda, özellikle, bitki verimi ve su kullanımını açısından damla sulama yöntemini de içerisine alan diğer sulama yöntemleri ile karşılaştırıldığında daha yüksek değerlerin ortaya çıktığı belirtilmiştir. Ayrıca, bitki besin elementlerinin direkt kök bölgesine uygulanması, toprak yüzeyinde otlama sorununun azalması, kuru üst toprak sayesinde hasat gibi tarımsal işlemlerin kolay yapılması en önemli avantajları olarak vurgulanmıştır.

Kaliforniya’da yaz aylarında (Temmuz ve Ağustos) sulama yapılmayan ve tam sulanan yonca tarlalarının verimini karşılaştıran Robinson vd. (1994), dönemlik su kısıtı uygulanan tarlalarda verimin tam sulanan tarlaların %53’ü ile 64’ü arasında kaldığını kaydetmişlerdir. Aynı yörede yapılan bir başka çalışmada da kısıtlı sulama şartlarında verimin %46 azaldığına dikkat çekilmiştir (Putnam vd., 2000).

Hanson ve Putnam (2000), yonca bitkisinin daha az su tüketerek üretim sağlayabileceğini ancak veriminde belirgin azalmaların olacağını ifade etmişler, buna ilave olarak düzenli ve programlı bir sulama yapılarak daha az su tüketimi ile yüksek bir verim elde edilebileceği tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, kısıtlı suyun olduğu alanda üretim doğrudan buharlaşma ile ilgili olduğu için buharlaşma oranının azaltılarak su kullanımının azaltılabileceğini ifade etmişlerdir.

Arizona ve Kaliforniya’da Takele ve Kallenbach (2001) tarafından yürütülen bir çalışmada, yoncaya yaz aylarında suyun kıt olduğu dönemde 35, 70 ve 105 gün süreyle su kısıtlaması uygulanmış, su kısıtlamasının süresi uzadıkça ot veriminin azaldığı, 35 günlük kısıtlamanın verimde ciddi bir kayıp olmadığı, 70 günlük kısıtlamada ise tesis canlılığında bir azalma olmadığı fakat su kısıtlama süresi uzadıkça bitki sayısının azaldığı kaydedilmiştir.

Alam vd. (2002), yüzey altı damla sulamanın yonca sulamasında kullanımında optimum lateral aralığını ve derinliğini belirlemek ve yağmurlama sulama yöntemi ile karşılaştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada sulama konularını; 60/18 [lateral aralığı (inç) / lateral derinliği (inç)], 60/12, 40/18, 40/12, 30/18 ve center pivot yağmurlama sulama yöntemi olarak belirlemişlerdir. Deneme koşullarında 2000 ve 2001 yıllarında ot verimini sırasıyla 60/18’de 19.71-16.20 ton/ha, 60/12’de 17.73-16.82 ton/ha, 40/18’de 21.37-21.24 ton/ha, 40/12’ de 22.28-20.00 ton/ha, 30/18’de 20.90-18.48 ton/ha ve center pivot’da 20.70-20.55 ton/ha olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar 60 inç aralıkla yerleştirilen parsellerde çimlenme ve çıkışta sorunlar oluştuğunu, bunun verimi de olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. 40 inç aralıkla yerleştirilen laterallerin yerleştirildiği parsellerden daha yüksek verimin alındığını ve 30 inç aralıkla yerleştirilen laterallerin verime ilave bir katkı yapmadığını belirtmişlerdir.

Bai ve Li (2003) tarafından Çin’de kumlu bir arazide yüzey ve yağmurlama sulamanın yoncada kuru madde üretimi ve köklerin hangi derinlikte daha fazla su aldıklarını belirlemek üzere yaptıkları araştırmada, köklerin su alımının toprak nem içeriği ile çok yakından ilişkili olduğunu, eğer toprak nemi varsa köklerin genellikle yukarı bölgelerden su aldıklarını, yetersiz su uygulamasının kök gelişimini tetiklediğini, farklı sulama suyu miktarlarının istatistiksel olarak kuru madde miktarını etkilediğini bildirmişlerdir. Yüzey sulamadan elde edilen kuru madde üretiminin yağmurlama sulamaya göre 1/3-1/4 oranında daha az olduğunu bu nedenle bölge koşullarında yonca üretiminde yağmurlama sulamanın kullanılmasını gerektiğini bildirmişlerdir.

Yonca çeşitlerinin düşük, orta ve hafif su stresine maruz kaldığında verim ve kalitelerindeki değişiminin incelendiği bir çalışmada (Berrada, 2005), yonca çeşitlerinin kuru madde üretimleri maruz kaldıkları su stresine farklı tepki gösterdiği belirlenmiştir. Su stresinin azalması ile yoncanın kuru madde üretiminin arttığı belirlenmiştir. Araştırmacı ortalama ham protein oranının %21 olduğu ve su stresinin ham protein oranı üzerine önemli bir etkisinin olmadığını ifade etmiştir. Su stresinin artmasının yoncanın nispi yem değerinin arttırdığını tespit etmiştir.

Sırbistan’da 2005-2006 yıllarında 4 farklı yonca çeşidinin ham protein, ADF ve NDF oranlarını inceledikleri çalışmada Katic vd. (2009), çeşitler arasında önemli bir farklılığın olmadığını, ancak biçimler arasında önemli farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmada, yonca çeşitlerinin ham protein oranları biçimlere göre %17.1-19.7, ADF oranları % 32.1-40.9 ve NDF oranlarının %41.2-50.8 arasında değiştiğini kaydetmişlerdir.

Canbolat vd. (2006), çiçeklenme öncesi Elçi yonca çeşidinin ADF oranının %20.20, NDF oranının %30.95, ham protein oranının % 19.75 ve nispi yem değerinin 225 olduğunu, belirtmişlerdir. Ayrıca olgunlaşmanın ilerlemesiyle ADF ve NDF oranlarının artarken, ham protein oranının ve nispi yem değerlerinin azaldığını belirlemişlerdir.

Yoncanın ot verimi açısından bölgelere ve çeşitlere göre önemli farklılıklar gösterdiği birçok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Lowe vd., 1972; Akbari ve Avcıoğlu, 1992). Ayrıca dormant olmayan çeşitlerin ot verimlerinin dormant/yarı dormant

çeşitlere göre daha yüksek olduğu da belirtilmiştir (Cunningham vd., 1998; Avcı vd., 2007).

Hanson vd. (2007), yoncada dönemsel kısıntılı su uygulamasının su kullanım etkinliği üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, bitki su tüketimini 1249-1381 mm, verimi ise 4.68-6.57 ton/ ha olarak ölçmüşlerdir. Tam sulama ile kısıntılı sulama uygulamaları arasındaki bitki su tüketimi farkının 224-239 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bitkilerde su tüketimi iklime göre değişiklik sergilemektedir. Yetiştirme mevsimi uzadıkça ve sıcaklık arttıkça bitkilerde su tüketimi artarken, tersi durumlarda azalmaktadır. Örneğin sıcak bir iklime sahip olan Kaliforniya’da yoncada su tüketimi yıllık yaklaşık 1400 mm olarak kaydedilirken (Hanson vd., 2007), bu değer serin iklime sahip Erzurum’da yıllık yaklaşık 700 mm olarak kaydedilmiştir (Sahin ve Hanay, 1996; Evren ve Sevim, 1998).

Frate ve Roberts (2006), yoncanın su stresine çok duyarlı bir bitki olduğunu, her ne kadar su kısıtlaması ile birlikte verimde belirgin bir düşüş gözlemlense de bitki canlılığı zarar görmediği durumlarda takip eden yıllarda tam sulama yapıldığında verim kayıplarının ortadan kalkabileceğini ifade etmişlerdir. Nitekim Hanson vd., (2007)’da iki yıl su kısıtlaması uygulanan parsellerde yonca veriminde azalmaların görüldüğünü ancak bitki canlılığının bu kısıtlamalardan etkilenmediği için takip eden yıllarda normal sulama durumunda verimin normale döndüğünü kaydetmişlerdir.

Annicchiarico (2007), İtalya’da kontrollü şartlarda yürüttüğü bir çalışmada 17 yonca genotipini kurağa dayanıklılık açısından değerlendirmiş, genotipler arasında kurağa dayanıklılık açısından önemli farklılıkların bulunduğunu, bu yüzden bitkinin yetiştirileceği çevrenin su durumuna göre çeşit seçiminin önemli olduğunu ve kuraklık stresinin bitki sap sayısını azalttığını ve bu azalmanın genotipler arasında farklılık sergilediğini göstermiştir.

Orloff ve Hanson (2008), Kuzey Kaliforniya’da birinci ve ikinci biçimden sonra su kesmenin yoncanın verimi üzerine etkilerini incelemiş, birinci biçim sonrası su kesmenin yoncada dekara verimin ortalama 272 kg, ikinci biçim sonrası su kesiminde ise 153 kg azaldığını kaydetmişlerdir.

Markovic vd. (2008), yoncanın yaprak ve saplarındaki besin değerlerini karşılaştırmak için yaptıkları araştırmada, yoncanın biçimleri arasında ham protein, NDF ve ADF oranı bakımından önemli farklılıkların olduğunu, yoncanın yapraklarında ham protein oranının %29.1, NDF oranının %44.9, ADF oranının %16.3, saplarında ise ham protein oranının %14.5, NDF oranının %56.5 ve ADF oranının %43.9 olduğunu tespit etmişlerdir.

Afsharmanesh (2009), İran'ın Jiroft Bölgesinde farklı yonca genotiplerinin değişik su stresi seviyelerine tepkisini incelemiş, genotipler arasında su stresine karşı tepkinin farklı olduğunu, artan su stresinin kuru ot verimi, bitki boyu, birim alanda sap sayısını olumsuz yönde etkilediğini, ele alınan genotiplerden Nikshahri ve Bami çeşitlerinin kurağa daha dayanıklı olduğuna dikkat çekmiştir. Araştırmacı incelen genotipler arasında su stresine tepkinin genotipler arasında farklı olmanın yanı sıra genotipler arasında da incelenen özellikler yönünden farklılıkların olduğuna vurgu yapmıştır.

Yonca çeşitlerinin kuraklık stresine karşı geliştirmiş olduğu morfolojik ve fizyolojik mekanizmaları inceleyen Erice vd. (2010), su stresine maruz kalan bitkilerin yaprak alanı oranı, spesifik yaprak ağırlığı, spesifik yaprak ağırlık oranı gibi morfolojik değişimlerin olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmanın yürütüldüğü çeşitlerden Tafilalet ve Moapa çeşitleri orta derecede kuraklığa maruz kaldığında yaprak üretimlerinin azaldığı belirlenmiştir. Ancak su stresinin kök büyümesini etkilemediği, kök gövde oranını ise değiştirdiğini tespit etmişlerdir.

Kuslu vd. (2010), Erzurum'da mevsim boyu farklı su kısıtlama seviyelerinin (%100, 80, 60, 40, 20 ve kuru) yoncanın verimine etkilerini incelemişler ve su kısıtlaması arttıkça verimin düştüğünü tespit etmişlerdir.

Lindenmayer vd. (2011) ve Carter (2013), yoncanın kısıtlı sulamaya tepkisi üzerine yaptıkları değerlendirmede mevsim boyu su kısıtlaması yerine, mevsimin belirli döneminde su kısıtlaması uygulamasının daha iyi sonuç vereceği ve böylece diğer amaçlı kullanımlara ayrılan suyun artacağına, dormant yoncaların su kısıtına daha iyi tepki verdiği ve yarı kurak bölgelerde su kısıtlamasının yoncanın canlılığını etkilemediğine vurgu yapmışlardır.

Almarshadi vd. (2011), kurak bölgelerde yağmurlama yöntemi, yüzey damla sulama yöntemi ve yüzey altı damla sulama yöntemleri ile sulanan yoncanın su kullanım etkinliğini belirlemek için yaptıkları çalışmada, en yüksek kuru ot veriminin yüzey altı damla sulama yönteminden (39.61 ton/ha) elde edildiğini bunu yüzey damla sulama (31.67 ton/ha) ve yağmurlama sulama (27.31 ton/ha) yönteminin izlediğini bildirmişlerdir. Yağmurlama sulama yöntemine göre yüzey damla sulamada %15.9, yüzey altı damla sulamada %45 verim artışı sağlanırken, bu yöntemlerde yağmurlama sulama yöntemine göre %29.2 ve %35.7 su tasarrufu sağlandığını belirtmişlerdir. Su kullanım etkinliği, yüzey altı damla sulamada 0.018-0.064 ton/ha/mm, yüzey damla sulamada 0.016-0.055 ton/ha/mm ve yağmurlama sulamada ise 0.009-0.032 ton/ha/mm arasında bulmuşlardır. Bu sonuçlara göre, kurak bölgelerde yonca sulamasında yüzey altı damla sulama yönteminin kullanılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Yılmaz (2011), Isparta ekolojik koşullarında Bilensoy, Prosementi, Gea, Verko ve bir çeşit adayının ot verimi ve tarımsal özelliklerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada; en yüksek yaş ot, kuru ot ve ham protein verimlerini Bilensoy ve çeşit adayında (sırasıyla, 10247-9843 kg/da, 2556-2567 kg/da, 423,89-449,73 kg/da) bulmuştur. Yonca çeşitlerinde en yüksek ham protein oranını %17.53 ile çeşit adayında en düşük ADF oranını Bilensoy (%30.32) ve Gea (%30.26) çeşitlerinde, en düşük NDF oranını ise %42.27 ile Bilensoy çeşidinde elde etmiştir. Araştırma sonuçlarına göre yüksek kuru ot ve ham protein verimi bakımından Bilensoy ve çeşit adayının Isparta ve benzeri ekolojik koşullara daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Testa vd. (2011), hasat zamanı, toprak su içeriği ve farklı yonca çeşitlerinin verim ve kalitesinin inceledikleri çalışmada erken hasadın ot verimini azalttığı fakat ot kalitesinin yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Su uygulaması ile çalışmada kullanılan Equipe, Europe ve Midi çeşitlerinin protein oranlarında azalma, lif oranlarında ise artış olduğu tespit edilmiştir. Ortalama NDF oranı kuru şartlarda %35.5 suluda ise 36.3 olarak tespit edilmiştir. ADF oranı NDF oranına benzer olarak kuru şartlarda %22.6 sulu şartlarda ise %25.3 olarak kaydedilmiştir.

Harmoney vd. (2013), yüzey altı damla sulamanın yoncada verim ve kalite özellikleri ile su kullanım özelliklerini belirlemek için yaptıkları çalışmada, bitkilere üç farklı sulama suyu miktarı (ET'nin %100'ü, %85'i ve %70'i) uygulamışlardır. Araştırmacılar, yüzey altı damla sulama ile ET'nin %70 ve %85'inin uygulanarak verim ve kaliteden ödün vermeden yetiştiricilik yapılabileceğini bildirmişlerdir.

Ismail vd. (2013), yüzey altı damla sulama yöntemi ile uygulanan tam ve kısıtlı su uygulamalarının yoncanın su kullanım etkinliği, verim ve kalite özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmada, damlatıcı aralığını 30 cm, lateral aralığını ise 40 cm olarak belirlemişler ve lateralleri 10 cm derinliğe gömmüşlerdir. Bir tam (FC) ve iki de kısıtlı (%85 FC ve %70 FC) olmak üzere toplam üç sulama konusu seçmişlerdir. Yetiştirme sezonu boyunca FC, %85 FC ve %70 FC konusuna sırasıyla 3730 mm, 3250 mm ve 2720 mm sulama suyu uygulamışlardır. FC, %85 FC ve %70 FC konularında her biçimde sırasıyla ortalama 3.36, 2.98 ve 2.63 ton/ha kuru ot verimi elde edilirken kısıt uygulanan konulardaki su tasarrufu sırasıyla %13 ve %27 olmuştur. Bu konulardaki verim azalması ise %12 ve %21.7'dir. Kuru ot verimini baz alarak belirledikleri sulama suyu kullanım etkinliğini tam sulama konusunda 0.0043-0.018 ton/ha/mm arasında, %85 FC konusunda 0.0045-0.035 ton/ha/mm arasında, %70 FC konusunda ise 0.0049-0.028 ton/ha/mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Shewmaker vd. (2013), derin sulamanın yoncanın iyi kök geliştirmesi ve su kesimi sonrası kurağa dayanıklılığının artması açısından önemli olduğunu, sıcak ve kurak dönemde 60 günü geçen kurak uygulamasının yoncada ölüm riskini artıracaklarını, yaz aylarında verimin düştüğü dönemde iyi planlanan bir su kesimi uygulamasının karlı bir işlem olacağına dikkat çekmişlerdir.

Farklı yonca çeşitleri ile yapılan çalışmada yonca çeşitlerinin bitki boylarının 74.48-86.51 cm, kuru madde verimlerinin 422-477 kg/da, ham protein oranlarının %18.15-19.56, ADF oranlarının %20.71-26.19, NDF oranlarının % 36.86- 43.53 ve nispi yem değerlerinin 154.01-189.55 arasında değiştiği ifade edilmiştir (Geleti vd., 2014).

Holman vd. (2016), farklı sulama uygulamalarının yoncanın ot kalitesi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla Kansas'ta yürüttükleri çalışmada, ham protein, ADF,

NDF, toplam sindirilebilir besin maddesi ve nispi yem değerini incelemişler ve daha az su uygulanan parsellerde ot kalitesinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Isparta koşullarında farklı yonca genotiplerinin verim ve bazı özelliklerini inceleyen Yüksel vd. (2016), ele aldıkları genotipler arasında verim ve incelenen özellikler yönünden önemli farklılıkların ortaya çıktığını ve bu farklılığın genotiplere göre farklı seyir izlediğine dikkat çekmişlerdir.

Quan vd. (2016), Çin’de yürüttükleri çalışmada yonca çeşitlerinin kurağa dayanıklılık açısından büyük farklılık gösterdiğine dikkat çekmiş ve kurağa dayanıklı çeşitlerin moleküler seviyede önemli farklılık sergilediğine, daha az stoma sayısına, küçük yaprak boyutu, daha fazla yan köke, daha düşük su kayıp yeteneği ve yüksek yaprak su potansiyeline sahip olduklarına vurgu yapmışlardır.

Cavero vd. (2017), İspanya’da yaptıkları çalışmada, altı farklı su miktarının yoncanın verim ve kalitesi üzerine etkilerini incelemişler, artan su miktarlarının ot verimini artırdığını, azot oranını ise azalttığını tespit etmişlerdir. Çalışmanın yürütüldüğü 2012-2014 yılları arasında her yıl 6 biçim yapılmış ve biçimler ilerledikçe ot veriminin azaldığı, protein oranının ise arttığı belirlenmiştir.

Amiraghaei (2017), Erzurum’da kuru, kısıtlı sulama ve tam sulama uygulamalarının farklı yonca genotiplerinin verimi ve kalitesine etkisini araştırdığı çalışmasında en yüksek kuru madde verimini Bilensoy çeşidinde ve tam sulama koşullarında elde etmiştir. Bu çalışmada, farklı sulama uygulamasının ham protein oranı üzerine etkisi önemli bulunmamış, kuru şartlarda yetiştirilen yonca çeşitlerinde NDF ve ADF oranı kısıtlı sulama ve tam sulamaya göre daha yüksek olarak belirlenmiş, nispi yem değeri ve protein verimi su uygulamasına bağlı olarak yükselmiş ve çeşitler arasında farklılık göstermiştir.

Li ve Su (2017), Çin’de yaptıkları çalışmada su kısıtı uygulamasının yoncanın verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlar, su miktarı arttıkça verimin arttığını ham protein oranının ise azaldığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca en düşük ham protein oranını ilk biçimde tespit etmişler ve biçimler ilerledikçe ham protein oranının yükseldiğini tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma, 2017-2018 yılları arasında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliğine ait deneme arazisinde yürütülmüştür.



Şekil 3.1. Deneme alanının genel görünümü

3.1. Araştırma Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri

Araştırma yerine ait aylık yağış toplamı (mm), ortalama sıcaklık (°C) ve ortalama nisbi neme ait değerler Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırma yerinin 2018 yılına ait iklim verileri

Aylar	Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)		Nem (%)	
	2018	Uzun Yıllar Ort.	2018	Uzun Yıllar Ort.	2018	Uzun Yıllar Ort.
Ocak	3.1	1.9	68.7	76.9	75.7	73.2
Şubat	6.3	2.9	24.1	62.6	75.7	69.5
Mart	9.2	6.1	54.9	56.0	65.9	65.1
Nisan	14.2	10.8	2.9	53.1	51.0	61.7
Mayıs	16.8	15.5	40.3	53.4	62.3	59.5
Haziran	20.0	20.1	36.8	31.5	62.4	53.4
Temmuz	24.3	23.5	3.2	14.5	46.9	47.0
Ağustos	24.3	23.2	10.7	10.7	47.6	48.9
Eylül	20.6	18.6	0.0	16.9	47.4	53.8
Ekim	13.8	12.9	22.6	37.7	63.4	62.7
Kasım	9.1	7.4	39.4	46.0	67.7	68.6
Aralık	3.5	3.5	96.2	84.3	82.7	74.4

Denemenin kurulduğu arazinin toprakları, FAO/UNESCO sınıflandırma sistemine göre Calcaric fulvisol olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre araştırma alanı toprakları, orta ve hafif bünyeli, derin, tuzsuz, hafif eğimli alüvyal bir yelpaze üzerinde bulunmaktadır (Akgül ve Başayığıt, 2005). Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla, deneme alanının farklı yerlerinde 3 adet toprak profili açılmış ve bu profillerde her 30 cm’de bir olmak üzere 120 cm toprak derinliğine kadar bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Alınan bu örneklerde bünye, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası, pH, EC, kireç, organik madde miktarı ile fosfor ve potasyum analizleri Demiralay (1993) ve Tüzüner (1990)’e göre yapılmıştır. Araştırma alanında infiltrasyon hızı Güngör vd. (2002)’nda verilen esaslara göre belirlenmiştir. Deneme alanına sulama suyu Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisinin sulanmasında kullanılan su dağıtım ağından kullanılmıştır. Sulama suyunun EC, Ca, Na, Mg, HCO₃, Cl ve SO₄ değerleri sırasıyla 0.73 dS/m, 1.2 me/l, 0.11 me/l, 6.8 me/l, 7.17 me/l, 0.19 me/l, 0.75 me/l’dir (Uçar vd., 2013).

Çizelge 3.2. Araştırma yerine ait toprak özellikleri

Tekstür Sınıfı	pH	Toplam Tuz (mmhos/cm)	Kireç (%CaCO ₃)	Elverişli		Organik Madde (%)
				P ₂ O ₅	K ₂ O	
% 50 Tınlı	7.58	0.041	1.33	13.24	159.42	0.71

* Toprak analizi Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümüne ait laboratuvarlarda yapılmıştır

Çizelge 3.2 incelendiğinde deneme alanı toprağının tınlı, hafif alkali, elverişli fosfor ve potasyum yönünden az, organik madde bakımından ise yetersiz olduğu görülmektedir.

3.2. Materyal

Bu çalışma, TUBİTAK-TOVAG 2150329 nolu proje kapsamında yürütülmektedir. 01.05.2016 tarihinde başlamış olan bu projede arazi çalışmaları devam etmektedir. Bu tez çalışmasında, projede kullanılan yonca çeşitlerinden Bilensoy’un ikinci yılına ait değerler kullanılmıştır.

3.3. Yöntem

Denemenin yürütüldüğü alanda yonca üretiminden önce kuru tarım yapılmış olup, sulamada kabul edilebilir düzeyde eşit su dağılımı sağlanması için, doğal eğimi bozmadan ve verimlilik potansiyelini azaltmadan, işleme hatalarından dolayı oluşmuş çukurları, tümsekleri ve pulluk izleri gibi yüzeyle oluşmuş bozuklukları gidermek amacıyla arazi tesviye işlemi yapılmıştır.

Damlatıcı aralığı, çalışma alanında yapılmış olan infiltrasyon testi sonuçları dikkate alınarak Yıldırım (2008)'de verilen esaslara göre 75 cm olarak belirlenmiştir. Lateral aralığı damlatıcı aralığına eşit seçilerek ıslatılan alan yüzdesinin (P) %100 olması sağlanmıştır (Yıldırım, 2008). Deneme konularında nem 30'cm'lik katmanlar halinde 120 cm'ye kadar TDR yardımıyla izlenmiştir. Bu amaçla, TDR'ın deneme alanı için kalibrasyonu yapılmıştır (Take vd., 2007). Sulama programları, yoncanın etkili kök bölgesindeki (90 cm) kullanılabilir toprak neminin azalma miktarına göre düzenlenmiştir.

Sulama suyu 500 m uzaklıkta bulunan ve deneme alanının sulamasına hizmet eden ana borudan alınmıştır. Damla sulama sistemi; kontrol ünitesi, yan boru hattı (manifold) ile su dağıtım boruları (lateral) ve damlatıcılardan oluşturulmuş, Kontrol ünitesinde; elek filtre, basınç düzenleyiciler, su sayaçları bulunmaktadır. Sistemde laterallerde olabilecek deformasyonların ve damlatıcılardaki tıkanmaların önlenmesi için bu unsurlara ilave olarak vakum önleme vanaları, vantuzlar (hava çıkış vanaları), geri akışı önleyen vanalar ve yıkama manifoldları kullanılarak tesis oluşturulmuştur. Lateral borular toprak yüzeyinden itibaren 30 cm derinliğe traktör arkasına bağlanan "çizel-kesici" gömme makinası yardımıyla yerleştirilmiştir.

Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Biçimler ana parsel olarak, sulama uygulaması alt parsel olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada 5 farklı sulama kısıtı uygulanmış, parsel eni 6 m, parsel boyu 15 m olmak üzere toplam parsel alanı 90 m² ve parseller arasında su geçişlerinin önlenmesi için bloklar arasında 2.5 m ve farklı sulama suyu uygulanan parseller arasında 2.25 m boşluk bırakılarak, toplam deneme 1950 m²'den oluşturulmuştur. Yüzey altı damlatıcıların yerleştirilmesinden sonra, yonca tohumlarının küçük olması

nedeniyle çimlenme ve çıkışlarda sorun yaşamamak için tohum yatağı hazırlığı özenle hazırlanmıştır. Bu işlem, pullukla derin sürümün ardından birkaç kez diskaro ve tırmık çekilerek toprak iyice ufalanmıştır. Ekim işlemi sıra arası 20 cm ve dekara 2 kg tohum hesabıyla pnömatik mibzer kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Biçim öncesi deneme alanının genel görünümü

Sulama uygulamaları yüzey altı damla sulama sistemi ile yapılmıştır. Denemedeki sulama konuları aşağıda verildiği şekilde kurulmuştur.

I_{100} : Tam sulama (90 cm etkili kök derinliğinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 40'ı ($\pm\%5$) tüketildiğinde tüketilen suyun tamamı (% 100) sulama suyu olarak kök bölgesine verilmiştir)

I_{75} : I_{100} konusuna uygulanan suyun % 75'inin sulama suyu olarak uygulanması

I_{50} : I_{100} konusuna uygulanan suyun % 50'sinin sulama suyu olarak uygulanması

I_{25} : I_{100} konusuna uygulanan suyun % 25'inin sulama suyu olarak uygulanması

I_0 : I_{100} konusuna uygulanan suyun % 0'ının sulama suyu olarak uygulanması (Sulamasız - Yağış rejimi altında)

Çimlenme ve çıkışta sorun yaşanmaması ve kök gelişiminin tam olarak sağlanabilmesi için ilk yıl tesis yılı olarak değerlendirilmiş ve sulama konuları uygulanmamıştır. Homojen çıkışı sağlamak amacıyla ekimden sonra bütün parsellerde nem, tarla kapasitesine getirilmiştir. Denemenin ilk yılında bütün deneme konularına etkili kök

derinliğindeki kullanılabilir suyun %40'ı tüketildiğinde eksilen suyun tamamı (I_{100}) sulama suyu olarak uygulanmıştır.

Tam sulama uygulanan (I_{100}) deneme parseline uygulanan sulama suyu miktarı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

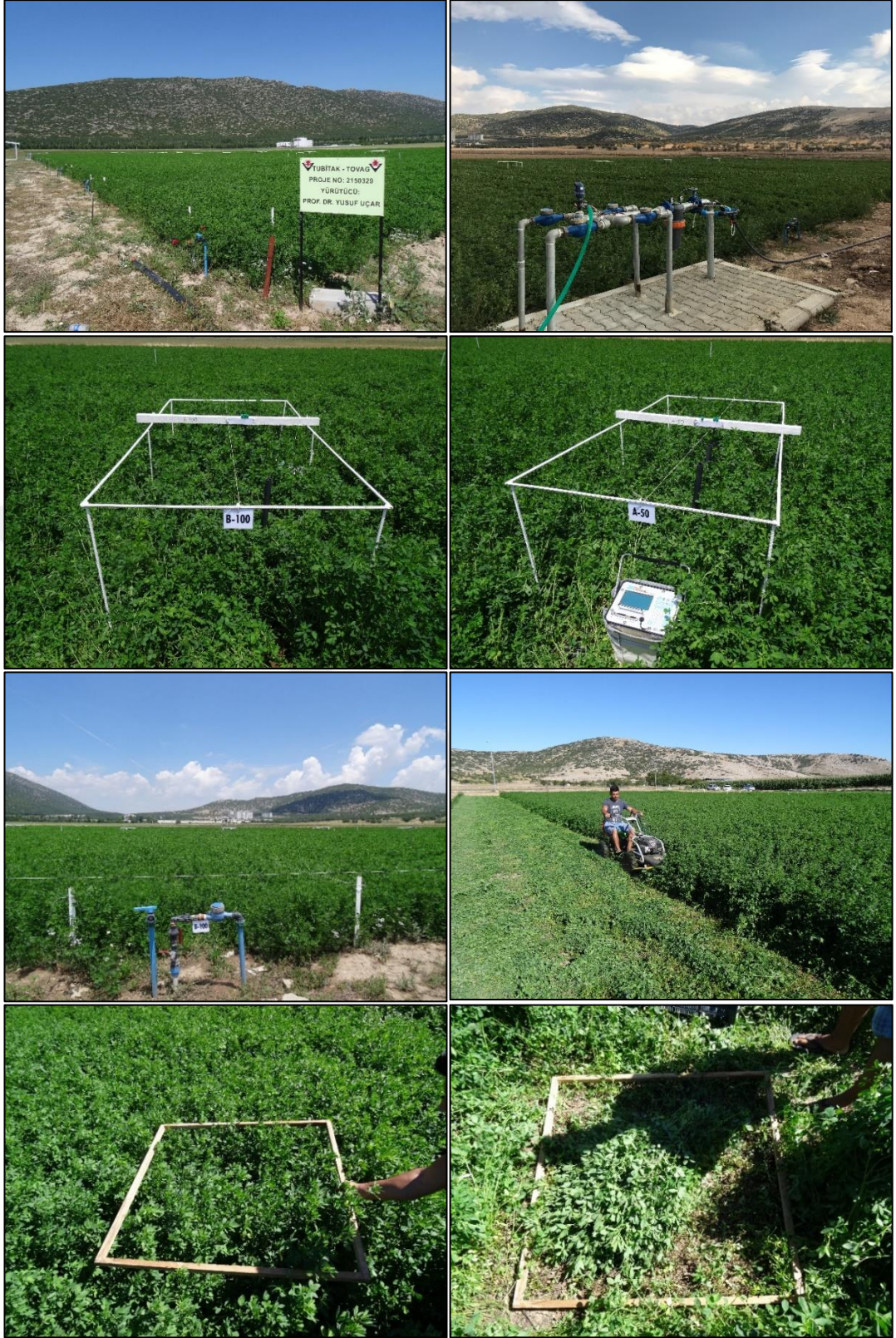
$$Q = \frac{(Pv_{TK} - Pv_{MN})}{100} \times D \times P \times A \quad (3.1)$$

Eşitlikte; Q: Her parselde uygulanacak sulama suyu miktarı, (litre), Pv_{TK} : Hacim yüzdesi cinsinden tarla kapasitesi, (%), Pv_{MN} : Hacim yüzdesi cinsinden her sulama öncesinde ölçülen nem değeri (%), D: Islatılacak toprak derinliği, (mm), P: Islatılan alan yüzdesi, (%100), A: Parsel alanı, (m^2)'dir. Sulama suyu miktarının ölçülmesinde su sayaçlarından yararlanılmıştır.

Deneme konuları için bitki su tüketimi (ET), su bütçesi yaklaşımına göre aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanacaktır (James, 1993).

$$ET = I + R + Cr - Dp \pm Rf \pm \Delta S \quad (3.2)$$

Eşitlikte; ET: Bitki su tüketimi, (mm), I: Uygulanan sulama suyu, (mm), R: Etkili yağış, (mm), Dp: Derine sızma, (mm), Cp: Kapılar yükselme, mm, Rf: Yüzey akış, (mm) ve ΔS : Toprak profilindeki su içeriği değişimi, mm'dir.



Şekil 3.3. Denemedeki çalışmalardan bazı görüntüler

Ekimle birlikte dekara 3 kg saf azot (N) ve 8 kg saf fosfor (P_2O_5) olacak şekilde gübre uygulaması yapılmıştır. Denemelerde azot kaynağı olarak Amonyum Sülfat, fosfor kaynağı olarak da Triplesüperfosfat (TSP) gübresi kullanılmıştır. Gübreler fertigasyon

teknikğine uygun olarak damla sulama sistemi yardımıyla uygulanmıştır. Denemede tesis yılında yabancı ot ve zararlılarla mücadele yapılmıştır. Ayrıca proje süresince her yıl Ekim ayında dekara 8 kg saf fosfor (P₂O₅) olacak şekilde TSP gübresi uygulanmıştır. Çalışmada 2018 yılında 24 Mayıs, 10 Haziran, 17 Temmuz, 15 Ağustos, 17 Eylül ve 29 Ekim tarihlerinde toplam altı adet biçim yapılmıştır.

Araştırmada İncelenen Özellikler;

1. Kuru ot verimi (kg/da): Her parselden elde edilen yeşil ot içerisinden rasgele alınan 0.5 kg'lık yeşil ot örnekleri kurutma dolabında 48 saat 70°C'de kurutulmuş. Fırından çıkarılan örnekler 24 saat bekletilip kuru ot ağırlığını belirlemek amacıyla tartılmış ve elde edilen kuru ot değerleri daha sonra dekara kuru ot verimine çevrilmiştir (Yılmaz, 2011).

2. Ham protein oranı (%): Elde edilen kuru ot örnekleri 0,5 mm partikül boyutunda öğütüldükten sonra yakma yöntemiyle azot miktarları tespit edilerek, bulunan değer 6.25 ile çarpılıp ham protein oranı belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

3. Nötral deterjan çözeltilinde çözünmeyen lif (NDF) (%): NDF analizleri ANKOM 220 Fiber Analyser cihazı yardımıyla ANKOM teknolojinin bildirdiği esaslara göre yapılmıştır (Türk vd., 2009).

4. Asit deterjan çözeltilinde çözünmeyen lif (ADF) (%): ADF analizleri ANKOM 220 Fiber Analyser cihazı yardımıyla ANKOM teknolojinin bildirdiği esaslara göre yapılmıştır (Türk vd., 2009).

5. Toplam sindirilebilir besin maddesi (%): Toplam sindirilebilir besin maddesi aşağıda belirtilen formülden yararlanılarak belirlenmiştir (Horrocs ve Vallentine, 1999).

$$\text{TSBM (\%)} = (-1.291 \times \text{ADF}) + 101.35 \quad (3.3)$$

6. Nispi yem değeri: Nispi yem değerleri Horrocs ve Vallentine (1999)'in belirledikleri denkleme göre hesaplanmıştır.

$$\text{NYD} = \% \text{SKM} \times \% \text{KMT} \times 0.775 \quad (3.4)$$

$$\text{SKM (Sindirilebilir kuru madde, \%)} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ADF}) \quad (3.5)$$

$$\text{KMT (Kuru madde tüketimi, \%)} = 120 / \% \text{NDF} \quad (3.6)$$

7. Fosfor Oranı (%): Fosfor ise Olsen vd. (1954) tarafından geliştirilen yöntemle ekstrakte edilecek, Spektrofotometrede molibdofosforik mavi renk yöntemine yapılmıştır.

8. Potasyum Oranı (%): Örnekler yaş yakma yöntemi ile (Jackson, 1958) yakılarak, filtre kağıdı ile ekstrakte edilmiş Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre ile K içerikleri belirlenmiştir.

9. Kalsiyum Oranı (%): Örnekler yaş yakma yöntemi ile (Jackson, 1958) yakılarak, filtre kağıdı ile ekstrakte edilmiş Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre ile Ca içerikleri belirlenmiştir.

10. Magnezyum Oranı (%): Örnekler yaş yakma yöntemi ile (Jackson, 1958) yakılarak, filtre kâğıdı ile ekstrakte edilmiş Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre ile Mg içerikleri belirlenmiştir.

Verilerin Değerlendirilmesi;

Denemeye ait veriler, “Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Deseni” ne göre SAS (2011) bilgisayar programından yararlanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizi sonucunda istatistiki açıdan önemli farklılıkların bulunduğu ortalamaların karşılaştırılmasında Asgari Önemli Fark (LSD) testinden yararlanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bitki Su Tüketimi ve Sulama Suyu Miktarı

Yoncada yüzey altı damla sulama yöntemi kullanılarak, farklı sulama konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Deneme konularına göre bitki su tüketimi ve sulama suyu miktarları (mm)

Sulama Konuları	Sulama Suyu Miktarı (mm)	Bitki Su Tüketimi (mm)
I ₀	0	332.8
I ₂₅	153.0	455.8
I ₅₀	305.9	602.5
I ₇₅	458.9	728.6
I ₁₀₀	611.8	839.1

Deneme konularına göre, sulama suyu miktarları I₂₅ uygulamasında 153.0 mm, I₅₀ uygulamasında 305.9 mm, I₇₅ uygulamasında 458.9 mm, I₁₀₀ uygulamasında ise 611.8 mm olarak tespit edilmiştir. Bitki su tüketimleri ise I₀ uygulamasında 332.8 mm, I₂₅ uygulamasında 455.8 mm, I₅₀ uygulamasında 602.5, I₇₅ uygulamasında 728.6 mm, I₁₀₀ uygulamasında ise 839.1 mm olarak hesaplanmıştır.

Bitkilerde su tüketimi iklime göre değişiklik sergilemektedir. Yetiştirme mevsimi uzadıkça ve sıcaklık arttıkça bitkilerde su tüketimi artarken, tersi durumlarda azalmaktadır. Örneğin sıcak bir iklime sahip olan Kaliforniya’da yoncada su tüketimi yıllık yaklaşık 1400 mm olarak kaydedilirken (Hanson vd., 2007), bu değer serin iklime sahip Erzurum’da yıllık yaklaşık 700 mm olarak kaydedilmiştir (Sahin ve Hanay, 1996; Evren ve Sevim, 1998). Hanson vd. (2007) yoncada dönemsel kısıntılı su uygulamasının su kullanım etkinliği üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, bitki su tüketimini 1249-1381 mm, verimi ise 4.68-6.57 ton/ ha olarak ölçmüşlerdir. Tam sulama ile kısıntılı sulama uygulamaları arasındaki bitki su tüketimi farkının 224-239 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

4.2. Kuru ot verimi (kg/da)

Yüzey altı damla sulama ile uygulanan farklı sulama suyu miktarlarının yoncanın verim ve kalite parametreleri üzerine etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Varyans analiz tablosu incelendiğinde hem kısıtlı sulama uygulamasının hem de biçimlerin incelenen tüm özellikler üzerine etkisinin istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. Su düzeyi x biçim interaksyonu ise fosfor oranı hariç tüm özelliklerde istatistiki olarak önemli çıkmıştır.

Çizelge 4.2. Çalışmada elde edilen verilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kuru Ot Verimi	Ham Protein Oranı	NDF Oranı	ADF Oranı	TSBM Oranı	NYD
Blok	2	2856.4	0.34	4.61	0.31	0.49	89.6 *
Biçim (B)	5	522713.3**	96.60**	595.04**	549.53 **	915.87 **	28174.0* *
Ana Parsel Hatası	8	1291.3	0.08	1.30	1.13	1.94	36.5
Su Düzeyi (S.D.)	4	142139.6**	13.67**	57.57**	81.88**	136.23**	3523.9**
S.D.*B intr.	20	12183.1**	1.77 **	10.42 **	15.63**	26.16**	686.7**
Alt Parsel Hatası	39	731.5	0.16	1.18	1.07	1.80	30.28
V.K.		6.97	2.07	2.84	3.62	2.08	3.26

Varyasyon Kaynakları	SD	P Oranı	K Oranı	Ca Oranı	Mg Oranı
Blok	2	0.001	0.001	0.003	0.001
Biçim (B)	5	0.013**	2.971**	0.327**	0.012**
Ana Parsel Hatası	8	0.001	0.023	0.001	0.0005
Su Düzeyi (S.D.)	4	0.005**	0.631**	0.092**	0.017**
S.D.*B intr.	20	0.001	0.146**	0.019**	0.002**
Alt Parsel Hatası	39	0.001	0.017	0.004	0.0003
V.K.		11.40	4.57	5.45	10.22

Farklı su düzeylerinin yoncanın kuru ot verimi üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de, ortalama kuru ot verimleri ise Çizelge 4.3’de ve Şekil 4.1’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre kuru ot verimi bakımından hem su düzeyleri hem de biçimler arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

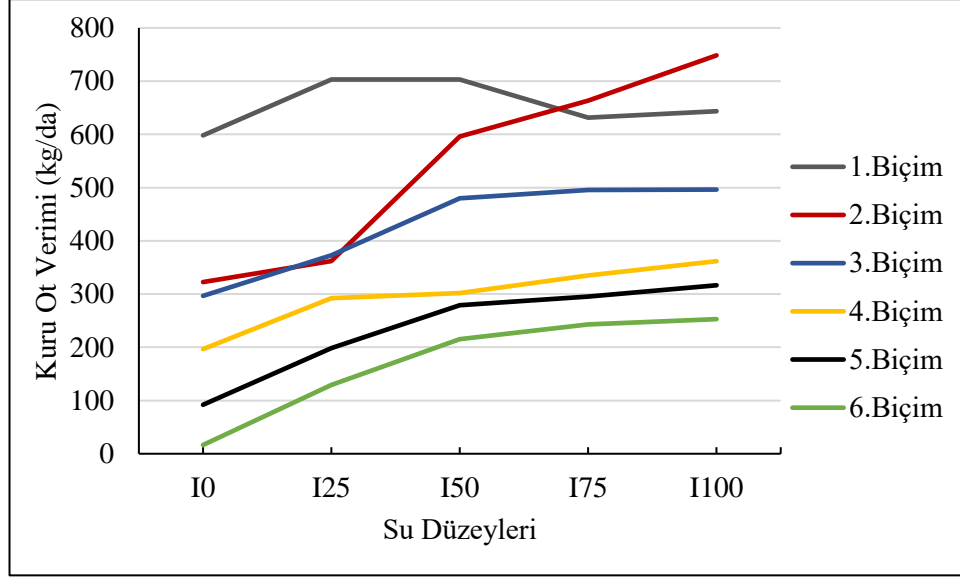
Çizelge 4.3. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama kuru ot verimleri (kg/da)

Su Düzeyleri	1.Biçim	2.Biçim	3.Biçim	4. Biçim	5. Biçim	6. Biçim	Toplam
I₀	598.4 de	322.5 h-j	296.6 ı-k	196.6 n	92.0 o	16.5 p	1522.6 E
I₂₅	703.1 ab	361.9 gh	372.6 g	292.1 ı-k	198.5 n	129.5 o	2057.7 D
I₅₀	703.1 ab	595.9 e	479.8 f	302.0 ı-j	278.9 j-l	215.0 mn	2574.7 C
I₇₅	631.7 c-e	663.4 bc	495.8 f	335.0 g-ı	295.0 ı-k	242.7 l-n	2663.6 B
I₁₀₀	643.5 cd	748.5 a	496.3 f	361.8 gh	316.5 h-j	252.9 k-m	2819.5 A
Toplam	3279.8 A	2692.2 B	2141.1 C	1487.5 D	1180.9 E	856.6 F	

Ortalama kuru ot verimleri incelendiğinde, su düzeylerindeki artışa paralel olarak kuru ot verimlerinin arttığı görülmektedir. Sulama yapılmayan I₀ uygulamasında yıllık toplam 1522.6 kg/da kuru ot verimi alınırken, I₁₀₀ uygulamasından %85.18'lik artışla 2819.5 kg/da kuru ot verimi elde edilmiştir. Farklı su düzeyi uygulamalarının etkisinin görülmediği birinci biçimler değerlendirme dışı bırakılırsa, kontrol uygulamasına göre kuru ot verimindeki artış oranları I₂₅, I₅₀, I₇₅ ve I₁₀₀ uygulamalarında sırasıyla %46.6, %102.5, %119.9 ve %135.5 olmaktadır.

Biçimler karşılaştırıldığında, ilerleyen biçimlerde kuru ot veriminin düştüğü, en yüksek kuru ot veriminin 3279.8 kg/da ile birinci biçimde, en düşük verimin ise 856.6 kg ile altıncı biçimde elde edildiği görülmektedir. Biçimler ilerledikçe kuru ot veriminin azaldığı birçok araştırmacı tarafından da ifade edilmiştir (Cavero vd., 2017; Li ve Su, 2017).

Su düzeyi x biçim interaksyonunun da istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. En yüksek kuru ot verimi ikinci biçimde ve I₁₀₀ uygulamasında elde edilirken, en düşük verim altıncı biçimde kontrol uygulamasında elde edilmiştir. Su düzeyi x biçim interaksyonunun önemli çıkmasının birçok sebebi vardır. En önemli sebeplerden biri, sulama konuları ilk biçimden sonra uygulandığı için, ikinci biçimde I₀, I₂₅ ve I₅₀ konularında verim azalırken, I₇₅ ve I₁₀₀ uygulamalarında artmıştır. Diğer sebeplerden biri de son biçimde I₀ ve I₂₅ uygulamaları arasındaki verim farkının çok fazla olmasıdır.



Şekil 4.1. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama kuru ot verimleri

Yonca sulamaya en iyi tepki veren bitkilerden biridir. Tam sulama koşullarında fazla su tüketerek daha çok kuru madde üretmesi, sulu koşullarda en çok tercih edilen yem bitkilerinden olmasını sağlamaktadır. Yonca ile yapılan çalışmalarda sulama ile birlikte verimin belirgin bir şekilde arttığı çok sayıda araştırmacı tarafından (Carter ve Sheaffer, 1983; Donovan ve Meek, 1983; Grimes vd., 1992; Ottman vd., 1996; Frate ve Roberts, 2006; Hanson vd., 2007; Kuslu vd., 2010; Caverro vd., 2017) ifade edilmiştir.

Kurak ve yarı-kurak bölgelerde bitkisel üretimi belirleyen en önemli faktörlerden biri suyun yeterliliğidir. Bu yüzden, yetişme dönemindeki yağışların yetersiz kaldığı ekosistemlerde yıl boyu büyüme sergileyen bitkilerden yüksek verim almak için sulamaya büyük ihtiyaç vardır. Nitekim kurak ve yarı kurak bölgelerde yapılan çalışmalarda gerek yonca (Carter ve Sheaffer, 1983; Donovan ve Meek, 1983; Grimes vd., 1992; Robinson vd., 1994; Ottman vd., 1996; Putnam vd., 2000; Frate ve Roberts, 2006; Hanson vd., 2007; Kuslu vd., 2010; Amiraghaei, 2017) gerekse diğer kültür bitkilerinde (Eck vd., 1987; Kang vd., 2002; García Del Moral vd., 2003; Cakir 2004; Du vd., 2006; Ashraf vd., 2012; Bramley vd., 2013) sulama ile birlikte verimde önemli artışların olduğu belirtilmiştir.

4.3. Ham protein oranı (%)

Yoncanın ham protein oranı üzerine farklı su düzeylerinin etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de, ortalama ham protein oranları ise Çizelge 4.4 ve Şekil 4.2’de verilmiştir. Ham protein oranı bakımından hem su düzeyleri hem de biçimler arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama ham protein oranları (%)

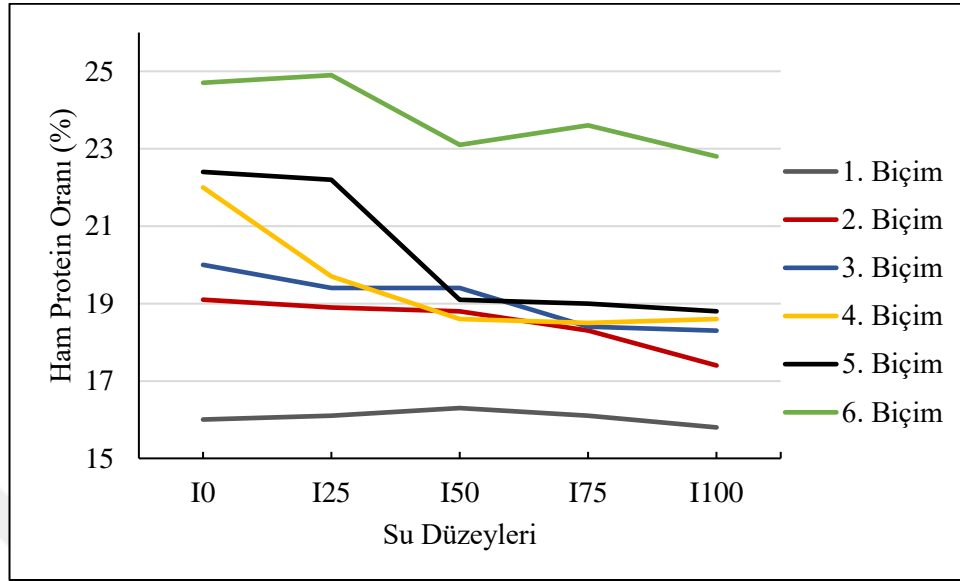
Su Düzeyleri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	4. Biçim	5. Biçim	6. Biçim	Ort.
I ₀	16.0 n	19.1 g-j	20.0 f	22.0 e	22.4 de	24.7 a	20.7 A
I ₂₅	16.1 n	18.9 h-k	19.4 f-h	19.7 fg	22.2 de	24.9 a	20.2 B
I ₅₀	16.3 n	18.8 ı-l	19.4 g-ı	18.6 j-l	19.1 h-j	23.1 bc	19.2 C
I ₇₅	16.1 n	18.3 l	18.4 j-l	18.5 j-l	19.0 h-j	23.6 b	19.0 C
I ₁₀₀	15.8 n	17.4 m	18.3 kl	18.6 j-l	18.8 h-l	22.8 cd	18.6 D
Ort.	16.1 F	18.5 E	19.1 D	19.5 C	20.3 B	23.8 A	

Yoncada ham protein oranlarının verildiği Çizelge 4.4 incelendiğinde, uygulanan su miktarı arttıkça ham protein oranının azaldığı, I₀ uygulamasında %20.7 ile en yüksek değer elde edilirken, I₁₀₀ uygulamasında %18.6 ile en düşük ham protein oranı elde edildiği görülmektedir.

Altı biçime ait ortalamalar karşılaştırıldığında, en düşük değer (%16.1) birinci biçimde, en yüksek değer ise (%23.8) son biçimde tespit edildiği görülmektedir. Biçimler ilerledikçe ham protein oranı artmıştır. En düşük ham protein oranının ilk biçimde elde edilmesinin en önemli nedenlerinden biri en uzun büyüme periyodunun bu dönemde olmasıdır. Bu sonuçlar Holman vd. (2016), Min (2016) ve Li ve Su (2017)’nin elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Caverio vd., (2017)’da İspanya’da yaptıkları çalışma sonucunda biçimler ilerledikçe ham protein oranının arttığını ifade etmişlerdir.

Ham protein oranı bakımından su düzeyi x biçim interaksyonu istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli çıkmıştır. En yüksek ham protein oranları son biçimde, I₀ ve I₂₅ uygulamalarında (%24.7 ve 24.9) elde edilmiştir. Sulama konularının başlamadığı ilk biçim hariç, her biçimde, uygulanan su düzeyi arttıkça ham protein oranı azalmıştır.

Farklı su düzeylerinin ham protein oranı üzerine etkisinin biçimler arasında oransal olarak farklılık göstermesi interaksiyonun önemli çıkmasına neden olmuştur.



Şekil 4.2. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama ham protein oranları

Su stresinin yoncada ham protein oranını önemli ölçüde etkilediği birçok çalışmada ifade edilmiştir (Seguin vd., 2002; Hanson vd., 2007; Markovic vd., 2008). Halim vd., (1989), yoncada ham protein oranının su stresinden farklı şekilde etkilendiğini, stres şartlarında saplardaki ham protein oranının arttığı, yapraklarda ise azaldığını, bu durum yaprakların su kıtlığı yüzünden yaşlanma sürecine girmesiyle birlikte azot ve benzeri elementlerin yıkılarak yapraktan sapa taşınmasının bir sonucu olduğunu ifade etmişlerdir. Petil vd., (1992); Donovan ve Meek, (1983); Carter ve Sheaffer, (1983); Testa vd., (2011) ve Caverro vd. (2017) da yürüttükleri sulama çalışmalarında azalan su uygulamasının ham protein oranını artırdığını ifade etmişlerdir. Li ve Su, (2017) Çin’de yaptıkları çalışmada su kısıtı uygulamasının yoncanın verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlar, uygulanan su miktarı arttıkça ham protein oranının azaldığını, biçimler ilerledikçe ham protein oranının arttığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar su kısıtı uygulanan parsellerde daha yüksek protein oranının elde edilmesinin büyümenin yavaşlaması ve olgunlaşmanın gecikmesinin bir sonucu olduğunu ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmada elde ettiğimiz sonuçlarla paralellik göstermektedir. Bununla birlikte Amiraghaei (2017) ve Berrada (2005) su stresinin yoncada ham protein oranını önemli derecede etkilemediği sonucunu elde etmişlerdir.

4.4. Nötral deterjan çözeltilisinde çözünmeyen lif (NDF) (%)

Farklı su düzeylerinin yoncanın NDF oranı üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de, ortalama NDF oranları ise Çizelge 4.5 ve Şekil 4.3’de verilmiştir. NDF oranı bakımından hem su düzeyleri hem de biçimler arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama NDF oranları (%)

Su Düzeyleri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	4. Biçim	5. Biçim	6. Biçim	Ort.
I₀	36.7 gh	45.6 a-c	42.6 de	35.5 h	29.0 k	26.3 l	35.9 D
I₂₅	37.3 fg	45.7 ab	43.0 de	36.8 gh	32.8 ı	26.5 l	37.0 C
I₅₀	37.7 fg	46.0 a	43.6 d	41.8 e	36.9 gh	27.5 kl	38.9 B
I₇₅	36.0 gh	46.5 a	44.0 b-d	42.6 de	37.1 gh	31.0 j	39.5 AB
I₁₀₀	37.4 fg	46.1 a	43.9 b-d	43.9 cd	39.0 f	30.9 j	40.2 A
Ort.	37.0 D	46.0 A	43.5 B	40.1 C	35.0 E	28.4 F	

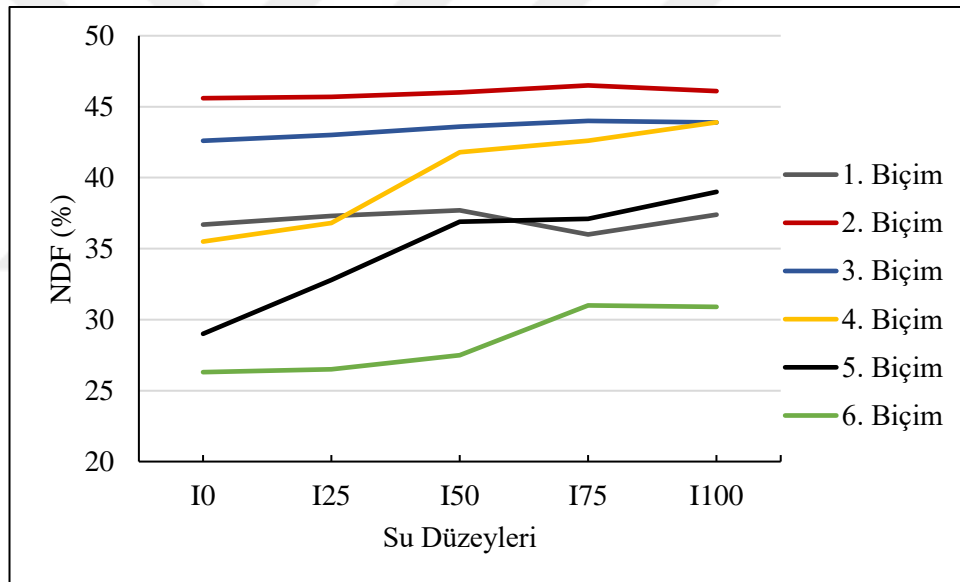
Uygulanan su miktarı arttıkça NDF oranı artmış, I₀ uygulamasında %35.9 ile en düşük değer elde edilirken, I₇₅ ve I₁₀₀ uygulamalarında %39.5 ve %40.2 ile en yüksek NDF oranları elde edilmiştir.

Biçimler karşılaştırıldığında, sulama uygulamalarının etkisinin ikinci biçimden itibaren ortaya çıktığı, en yüksek değer (%46.0) ikinci biçimde, en düşük değer ise (%28.4) son biçimde tespit edildiği görülmektedir. Biçimler ilerledikçe NDF oranı azalmıştır.

Su düzeyi x biçim etkileşimi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli çıkmıştır. En yüksek NDF oranları ikinci biçimdeki sulama uygulamalarında elde edilmiştir. Birinci, ikinci ve üçüncü biçimlerde farklı su uygulamaları NDF oranlarını çok fazla değiştirmedikçe halde, 4., 5. ve 6. biçimlerde uygulanan su düzeyi arttıkça NDF oranlarının artması etkileşimin önemli çıkmasına neden olmuştur.

Hücre duvarı bileşenlerinden olan NDF bitki gelişme çağı, bitkinin aksamı ve kültürel uygulamalara göre değiştiği gibi çevre faktörlerine göre de değişmektedir (Sanderson ve Wedin, 1988; Sanderson vd., 1989; Grubić vd., 1997; Belyea vd., 1999; Cassida vd., 2000; Markovic vd., 2007). Petil vd. (1992) ve Testa vd. (2011), farklı yonca

çeşitlerinin verim ve kalitesinin inceledikleri çalışmalarda su uygulaması ile birlikte NDF oranlarında artış olduğunu tespit etmişlerdir. Halim vd. (1989), hücre duvarı bileşenlerinin su stresi şartlarında azaldığını, bunun üretilen otta sap oranının azalmasından kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Bu sonuç çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte bazı araştırmacılar ise (Buxton ve Fales, 1994; Collins ve Fritz, 2003; Amiraghaei, 2017) kuraklık stresinin bitkilerde olgunlaşmayı hızlandığını ve sonuçta ilerleyen olgunluğa bağlı olarak hücre duvarı bileşenlerinin arttığını belirtmişlerdir. Bu sonuç ise çalışmada elde ettiğimiz sonuçlarla uyuşmamaktadır. Bu farklılık çevre koşulları, iklim ve kullanılan çeşitlerin farklı olmasından kaynaklanabilir. Bitkilerin performansı genetik yapı ve çevrenin etkisiyle ortaya çıkmakta ve farklı genetik yapıdaki bitkilerin çevreye tepkisi farklı olabilmektedir.



Şekil 4.3. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama NDF oranları

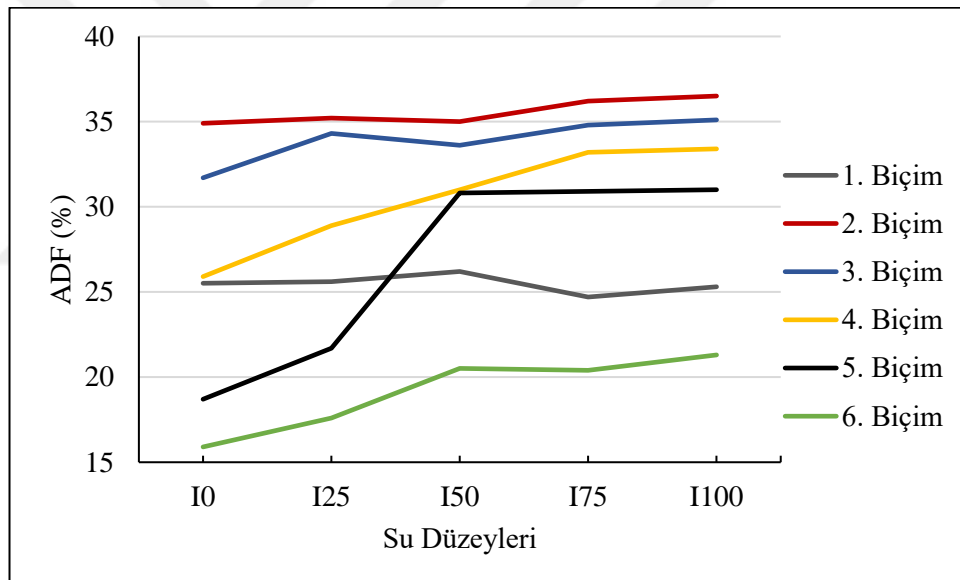
4.5. Asit deterjan çözeltilisinde çözünmeyen lif (ADF) (%)

Farklı su düzeylerinin yoncanın ADF oranı üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de, ortalama ADF oranları ise Çizelge 4.6 ve Şekil 4.4’de verilmiştir. ADF oranı bakımından hem su düzeyleri hem de biçimler arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama ADF oranları (%)

Su Düzeyleri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	4. Biçim	5. Biçim	6. Biçim	Ort.
I ₀	25.5 ı	34.9 a-e	31.7 fg	25.9 ı	18.7 kl	15.9 m	25.4 D
I ₂₅	25.6 ı	35.2 a-c	34.3 c-e	28.9 h	21.7 j	17.6 lm	27.2 C
I ₅₀	26.2 ı	35.0 a-e	33.6 c-e	31.0 g	30.8 g	20.5 j	29.5 B
I ₇₅	24.7 ı	36.2 ab	34.8 b-e	33.2 ef	30.9 g	20.4 jk	30.0 AB
I ₁₀₀	25.3 ı	36.5 a	35.1 a-d	33.4 de	31.0 g	21.3 j	30.4 A
Ort.	25.5 E	35.6 A	33.9 B	30.5 C	26.6 D	19.1 F	

Yüzey altı damla sulama sistemi ile sulanan yoncada, uygulanan su miktarı arttıkça ADF oranı artmıştır. En düşük ADF oranı I₀ uygulamasında %25.4 olarak elde edilirken, en yüksek değerler I₇₅ ve I₁₀₀ uygulamalarından %30.0 ve 30.4 olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.4. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama ADF oranları

Altı biçimin ortalamaları karşılaştırıldığında, sulama uygulamalarının etkisi ikinci biçimden itibaren ortaya çıkmış, en yüksek değer %35.6 ile ikinci biçimde, en düşük değer ise %19.1 ile son biçimde tespit edilmiştir. İkinci biçimden son biçime kadar ADF oranı azalmıştır.

Ortalama ADF oranları bakımından su düzeyi x biçim interaksyonu da istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli çıkmıştır. Birinci ve ikinci biçimlerde farklı su uygulamaları ADF oranlarını çok fazla değiştirmedeği halde, 3., 4., 5. ve 6. biçimlerde

uygulanan su düzeyi arttıkça ADF oranlarının artması interaksyonun önemli çıkmasına neden olmuştur.

ADF hücre duvarının oldukça zor sindirilen kısmı olup yem kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Collins ve Fritz, 2003). Ottaki ADF oranı, bitki gelişme dönemi, bitkinin aksamı, kültürel uygulamalar ve çevre faktörlerine göre değişebilmektedir (Sanderson ve Wedin, 1988; Sanderson vd., 1989; Grubić vd., 1997; Belyea vd., 1999; Cassida vd., 2000; Markovic vd., 2007). Testa vd. (2011), farklı yonca çeşitlerinin verim ve kalitesinin inceledikleri çalışmada su uygulaması ile birlikte ADF oranında artış olduğunu tespit edilmişlerdir. ADF oranı NDF oranına benzer olarak kuru şartlarda %22.6 sulu şartlarda ise %25.3 olarak kaydedilmiştir. Petil vd. (1992), yürüttükleri sulama çalışmalarında su kısıtı uygulamasının ADF oranını azalttığını ifade etmişlerdir. Halim vd. (1989), hücre duvarı bileşenlerinin su stresi şartlarında azaldığını, bunun üretilen otta sap oranının azalmasından kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte bazı araştırmacılar ise (Buxton ve Fales, 1994; Collins ve Fritz, 2003; Amiraghaei, 2017) kuraklık stresinin bitkilerde olgunlaşmayı hızlandırdığını ve sonuçta ilerleyen olgunluğa bağlı olarak hücre duvarı bileşenlerinin arttığını belirtmişlerdir. Bu sonuç ise çalışmada elde ettiğimiz sonuçlarla farklılık göstermektedir. Bu farklılık çevre koşulları, iklim ve kullanılan çeşitlerin farklı olmasından kaynaklanabilir. Bitkilerin performansı genetik yapı ve çevrenin etkisiyle ortaya çıkmakta ve farklı genetik yapıdaki bitkilerin çevreye tepkisi farklı olabilmektedir.

4.6. Toplam sindirilebilir besin maddesi (%)

Farklı su düzeylerinin yoncanın TSBM oranı üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de, ortalama TSBM oranları ise Çizelge 4.7 ve Şekil 4.5’de verilmiştir. TSBM oranı bakımından hem su düzeyleri hem de biçimler arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama TSBM oranları (%)

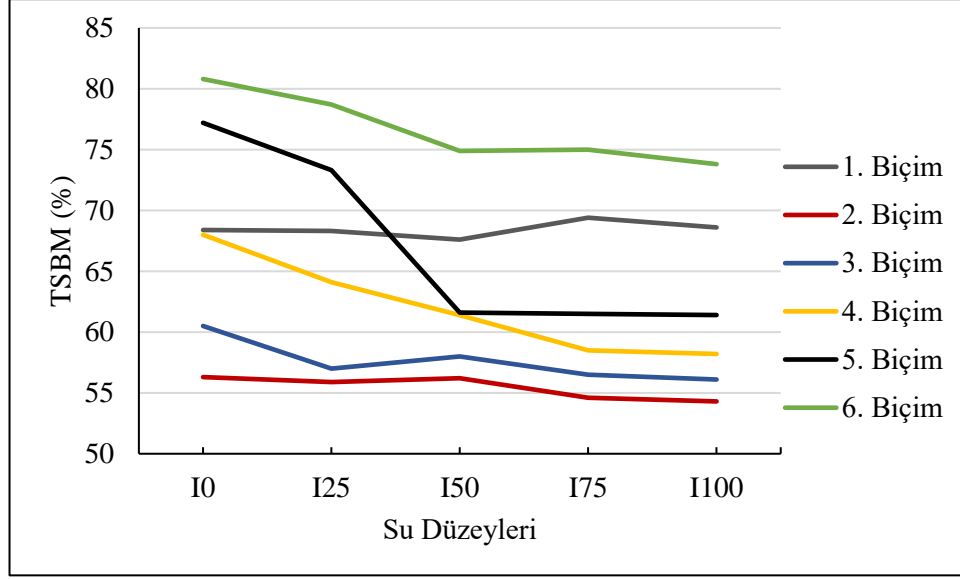
Su Düzeyleri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	4. Biçim	5. Biçim	6. Biçim	Ort.
I₀	68.4 e	56.3 1-1	60.5 gh	68.0 e	77.2 bc	80.8 a	68.5 A
I₂₅	68.3 e	55.9 kl	57.0 1-1	64.1 f	73.3 d	78.7 ab	66.2 B
I₅₀	67.6 e	56.2 j-1	58.0 1-k	61.4 g	61.6 g	74.9 d	63.3 C
I₇₅	69.4 e	54.6 l	56.5 1-1	58.5 h1	61.5 g	75.0 cd	62.6 CD
I₁₀₀	68.6 e	54.3 l	56.1 kl	58.2 ij	61.4 g	73.8 d	62.1 D
Ort.	68.5 B	55.4 F	57.6 E	62.0 D	67.0 C	76.6 A	

Yoncada toplam sindirilebilir besin maddesi oranlarının verildiği Çizelge 4.7 incelendiğinde, uygulanan su miktarı arttıkça TSBM oranının azaldığı, I₀ uygulamasında %68.5 ile en yüksek değer elde edilirken, I₇₅ ve I₁₀₀ uygulamalarında %62.6 ve 62.1 ile en düşük TSBM oranlarının elde edildiği görülmektedir.

Altı biçime ait ortalamalar karşılaştırıldığında, en düşük değer (%55.4) ikinci biçimde, en yüksek değer ise (%76.6) son biçimde tespit edildiği görülmektedir. Sulamanın başladığı ikinci biçimden itibaren, biçimler ilerledikçe TSBM oranı artmıştır.

Toplam sindirilebilir besin maddesi oranı bakımından su düzeyi x biçim etkileşimi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli çıkmıştır. En yüksek TSBM oranları son biçimde, I₀ ve I₂₅ uygulamalarında (%80.8 ve 78.7) elde edilmiştir. Birinci ve ikinci biçimlerde farklı su uygulamaları TSBM oranlarını çok fazla değiştirmedikleri halde, 3., 4., 5. ve 6. biçimlerde uygulanan su düzeyi arttıkça TSBM oranları azalmıştır. Farklı su düzeylerinin TSBM oranı üzerine etkisinin biçimler arasında oransal olarak farklılık göstermesi etkileşimin önemli çıkmasına neden olmuştur.

Carter ve Sheaffer (1983), yürüttükleri sulama çalışmasında 4 su seviyesinin (tam sulama, az sulama, kısıtlı sulama ve kurak) kuru madde üretimi, günlük büyüme hızı, sindirilebilir kuru madde oranı ve ham protein oranlarını incelemişler azalan su uygulamasının yaprak-sap oranını, sindirilebilir kuru madde oranını ve ham protein oranını artırdığını ifade etmişlerdir. Holman vd. (2016)'da su kısıtı uygulanan parsellerde yoncanın toplam sindirilebilir maddesinin daha yüksek olduğunu bildirmiştir.



Şekil 4.5. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama TSBM oranları

4.7. Nispi Yem Değeri (%)

Farklı su düzeylerinin yoncanın nispi yem değeri üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de, ortalama değerler ise Çizelge 4.8 ve Şekil 4.6’da verilmiştir. Nispi yem değeri bakımından hem su düzeyleri hem de biçimler arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

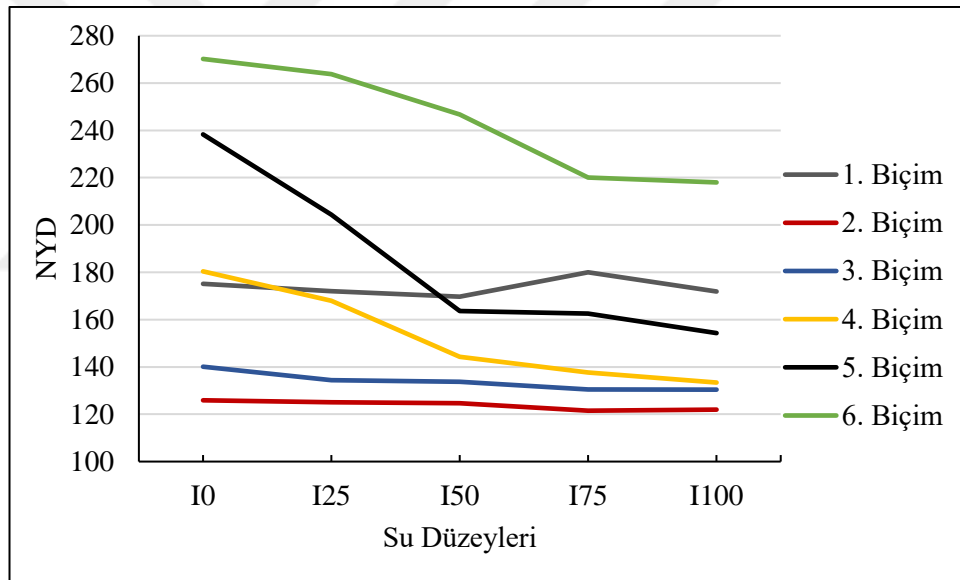
Çizelge 4.8. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama nispi yem değerleri

Su Düzeyleri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	4. Biçim	5. Biçim	6. Biçim	Ort.
I ₀	175.1 ef	125.9 m-o	140.1 jk	180.4 e	238.3 b	270.2 a	188.3 A
I ₂₅	172.0 e-g	125.0 no	134.4 k-m	168.0 f-h	204.3 d	263.8 a	177.9 B
I ₅₀	169.7 f-h	124.7 no	133.7 k-n	144.3 j	163.6 gh	246.7 b	163.8 C
I ₇₅	180.0 e	121.5 o	130.5 l-o	137.7 j-l	162.5 hı	220.0 c	158.7 D
I ₁₀₀	171.9 e-g	121.9 o	130.4 l-o	133.4 k-n	154.3 ı	218.0 c	155.0 E
Ort.	173.7 C	123.8 F	133.8 E	152.8 D	184.6 B	243.7 A	

Yoncada nispi yem değerlerinin verildiği Çizelge 4.7 incelendiğinde, uygulanan su miktarı arttıkça nispi yem değerlerinin azaldığı, I₀ uygulamasında 188.3 ile en yüksek değer elde edilirken, I₁₀₀ uygulamasında 155.0 ile en düşük nispi yem değerinin elde edildiği görülmektedir.

Altı biçime ait ortalamalar karşılaştırıldığında, en düşük değerin (123.8) ikinci biçimde, en yüksek değerin ise (243.7) son biçimde tespit edildiği görülmektedir. Sulamanın başladığı ikinci biçimden itibaren, biçimler ilerledikçe nispi yem değeri artmıştır.

Nispi yem değeri bakımından su düzeyi x biçim etkileşimi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli çıkmıştır. En yüksek nispi yem değeri son biçimde, I₀ ve I₂₅ uygulamalarında (270.2 ve 263.8) elde edilmiştir. Birinci ve ikinci biçimlerde farklı su uygulamaları nispi yem değerlerini çok fazla değiştirmedikleri halde, 3., 4., 5. ve 6. biçimlerde uygulanan su düzeyi arttıkça nispi yem değerleri azalmıştır. Farklı su düzeylerinin nispi yem değeri üzerine etkisinin biçimler arasında oransal olarak farklılık göstermesi etkileşiminin önemli çıkmasına neden olmuştur.



Şekil 4.6. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama nispi yem değerleri

Üretilen otun NDF ve ADF içeriğinden yola çıkılarak hesaplanan nispi yem değeri, kaba yemin kalitesi hakkında bilgi vermesi açısından önemlidir (Rohweder vd., 1978). Bitkilerde NDF ve ADF kapsamı bitki gelişme çağı, bitki aksamı ve kültürel uygulamalara göre değiştiği gibi çevre faktörlerinden de etkilenmektedir (Sanders ve Wedin, 1988; Sanderson vd., 1989; Grubic vd., 1997; Belyea vd., 1999; Cassida vd., 2000; Markovic vd., 2007). Berrada (2005) su stresinin yoncada nispi yem değerini arttırdığını tespit etmiştir.

Linn ve Martin (1989), baklagillerin nispi yem değerlerine göre yaptıkları sınıflandırmada, yemin RFV oranı 151'den büyükse o yemin en üstün kaliteli yem olduğunu, 125-151 aralığında yüksek kaliteli, 103-124 aralığında iyi kaliteli, 87- 102 aralığında orta kaliteli, buna karşılık 75-86 aralığında zayıf ve 75'den düşük ise o yemin çok kötü kalitede olduğunu bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre I₅₀, I₇₅ ve I₁₀₀ su seviyesi uygulan parsellerden elde edilen ot en üstün kaliteli yem katagorisinde yer alırken, I₀₀ ve I₂₅ uygulamalarından elde edilen ot yüksek kaliteli olarak sınıflandırılmıştır.

Bitkilerin performansı genetik yapı ve çevrenin etkisiyle ortaya çıkmakta ve farklı genetik yapıdaki bitkinin çevreye tepkisi farklı olmaktadır. Dolayısıyla değişen çevre şartlarında bitkilerin farklı performans sergilemesi beklenen durumdur. Nitekim yonca ile yapılan çalışmalarda değişen çevre şartlarında gerek yem kalitesi gerekse diğer özellikler yönünden farklı tepkiler Saruhan ve Kuşvuran (2011), Kavut ve Avcıoğlu (2015), Yüksel vd. (2016), Amiraghaei (2017) tarafından da ifade edilmiştir.

4.8. Fosfor Oranı (%)

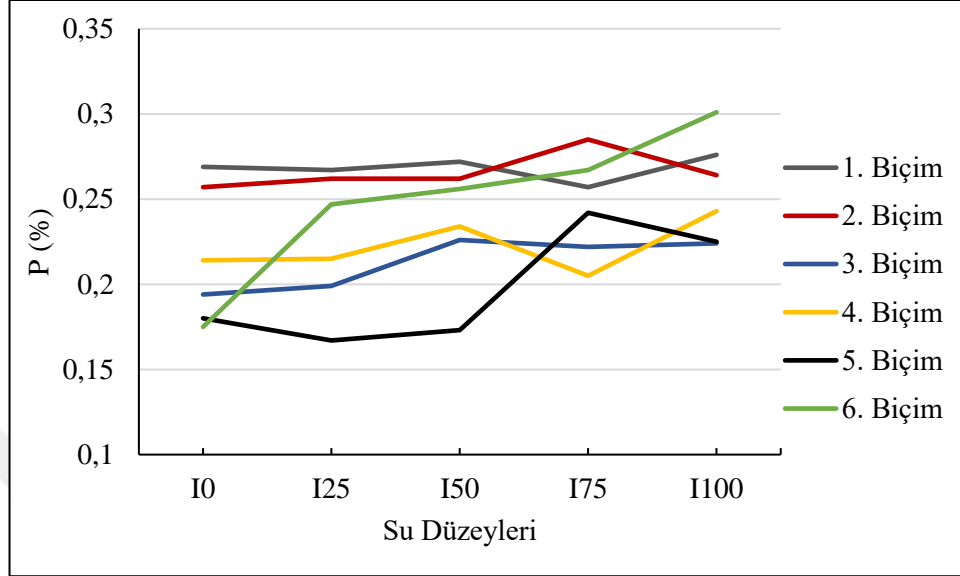
Farklı su düzeylerinin yoncannın fosfor oranı üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2'de, ortalama fosfor oranları ise Çizelge 4.9 ve Şekil 4.7'de verilmiştir. Fosfor oranı bakımından hem su düzeyleri hem de biçimler arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama fosfor oranları (%)

Su Düzeyleri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	4. Biçim	5. Biçim	6. Biçim	Ort.
I ₀	0.269	0.257	0.194	0.214	0.180	0.175	0.215 D
I ₂₅	0.267	0.262	0.199	0.215	0.167	0.247	0.226 CD
I ₅₀	0.272	0.262	0.226	0.234	0.173	0.256	0.237 BC
I ₇₅	0.257	0.285	0.222	0.205	0.242	0.267	0.247 AB
I ₁₀₀	0.276	0.264	0.224	0.243	0.225	0.301	0.256 A
Ort.	0.268 A	0.266 A	0.213 B	0.222 B	0.198 B	0.249 A	

Uygulanan su miktarı arttıkça yonca otundaki fosfor oranı artmış, I₀ uygulamasında %0.215 ile en düşük değer elde edilirken, I₇₅ ve I₁₀₀ uygulamalarında %0.247 ve 0.256 ile en yüksek fosfor oranları elde edilmiştir.

Biçimler karşılaştırıldığında, fosfor oranları bakımından istatistiki olarak iki grubun oluştuğu, 1., 2. ve 6. biçimlerin diğer biçimlere göre daha yüksek fosfor oranına sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.7. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama P oranları

Katic vd. (2009), Sırbistan'da 2005-2006 yıllarında 4 farklı yonca çeşidinin ot kalitesini inceledikleri çalışmada, fosfor oranı bakımından çeşitler arasında önemli bir farklılığın olmadığını, ancak biçimler arasında önemli farklılıklar olduğunu ve fosfor oranlarının %0.34-0.41 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

4.9. Potasyum Oranı (%)

Farklı su düzeylerinin yoncanın potasyum oranı üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2'de, ortalama potasyum oranları ise Çizelge 4.10 ve Şekil 4.8'de verilmiştir. Ottaki potasyum oranı bakımından hem su düzeyleri hem de biçimler arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

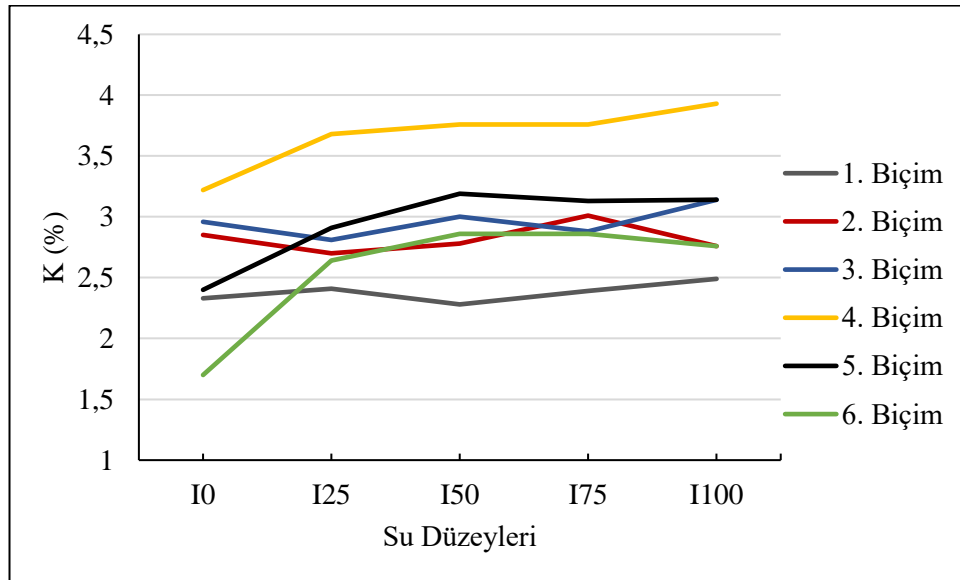
Uygulanan su miktarı arttıkça yonca otundaki potasyum oranı artmış, I₀ uygulamasında %2.58 ile en düşük değer elde edilirken, I₅₀, I₇₅ ve I₁₀₀ uygulamalarında %2.98, 3.00 ve 3.04 ile en yüksek potasyum oranları elde edilmiştir.

Çizelge 4.10. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama potasyum oranları (%)

Su Düzeyleri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	4. Biçim	5. Biçim	6. Biçim	Ort.
I ₀	2.33 k	2.85 f-1	2.96 e-g	3.22 c	2.40 k	1.70 l	2.58 C
I ₂₅	2.41 k	2.70 h-j	2.81 f-1	3.68 b	2.91 f-h	2.64 ij	2.86 B
I ₅₀	2.28 k	2.78 g-1	3.00 d-f	3.76 ab	3.19 cd	2.86 f-1	2.98 A
I ₇₅	2.39 k	3.01 c-f	2.88 f-h	3.76 ab	3.13 c-e	2.86 f-1	3.00 A
I ₁₀₀	2.49 jk	2.76 g-1	3.14 c-e	3.93 a	3.14 c-e	2.76 g-1	3.04 A
Ort.	2.38 E	2.82 C	2.96 B	3.67 A	2.95 B	2.57 D	

Potasyum oranları bakımından biçimler karşılaştırıldığında, en yüksek potasyum oranının %3.67 ile 4.biçimde, en düşük oranın ise %2.38 ile ilk biçimde elde edildiği tespit edilmiştir.

Potasyum oranları bakımından su düzeyi x biçim interaksyonu istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli çıkmıştır. En yüksek potasyum oranları 4.biçimde, I₅₀, I₇₅ ve I₁₀₀ uygulamalarında elde edilmiştir. Farklı su düzeylerinin potasyum oranları üzerine etkisinin biçimler arasında oransal olarak farklılık göstermesi interaksyonun önemli çıkmasına neden olmuştur.



Şekil 4.8. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama K oranları

Katic vd. (2009), yoncada potasyum oranı bakımından biçimler arasında önemli farklılıklar olduğunu ve potasyum oranlarının %3.70-4.36 arasında olduğunu kaydetmişlerdir. Tajeda vd. (1985), yem bitkilerinin ruminantlar için en az %0.8 K

içermesi gerektiğini bildirmişlerdir. Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi (NRC, 1984) de yem bitkilerinin en az %0.65 K içermesi gerektiğini belirtmiştir. Mevcut çalışmada elde ettiğimiz potasyum oranları standart değerlerin üzerindedir.

4.10. Kalsiyum Oranı (%)

Farklı su düzeylerinin yoncanın kalsiyum oranı üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de, ortalama kalsiyum oranları ise Çizelge 4.11 ve Şekil 4.9’da verilmiştir. Kalsiyum oranı bakımından hem su düzeyleri hem de biçimler arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama kalsiyum oranları (%)

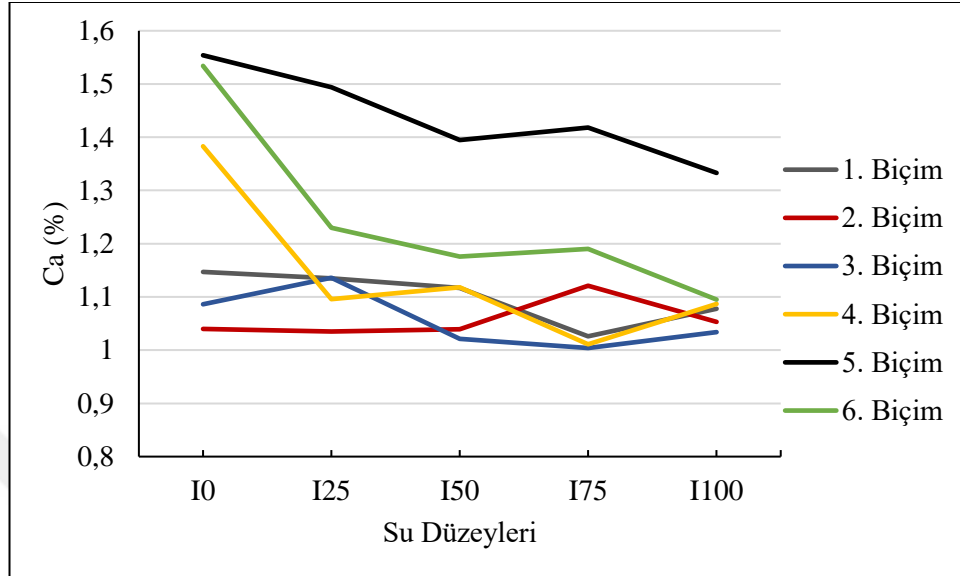
Su Düzeyleri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	4. Biçim	5. Biçim	6. Biçim	Ort.
I₀	1.147 d-g	1.040 h-k	1.086 f-k	1.383 c	1.554 a	1.534 a	1.291 A
I₂₅	1.135 d-h	1.035 i-k	1.136 d-h	1.096 e-k	1.494 ab	1.230 d	1.188 B
I₅₀	1.117 e-j	1.039 h-k	1.021 jk	1.118 e-j	1.395 c	1.176 d-f	1.144 C
I₇₅	1.026 i-k	1.121 e- ₁	1.004 k	1.011 k	1.418 bc	1.190 de	1.128 C
I₁₀₀	1.078 f-k	1.053 g-k	1.034 i-k	1.087 f-k	1.333 c	1.095 e-k	1.113 C
Ort.	1.101 D	1.058 E	1.056 E	1.139 C	1.439 A	1.245 B	

Uygulanan su miktarı arttıkça yonca otundaki kalsiyum oranı azalmış, I₀ uygulamasında %1.291 ile en yüksek değer elde edilirken, I₅₀, I₇₅ ve I₁₀₀ uygulamalarında %1.144, 1.128 ve 1.113 ile en düşük kalsiyum oranları elde edilmiştir.

Kalsiyum oranları bakımından biçimler karşılaştırıldığında, en yüksek kalsiyum oranının %1.439 ile 5.biçimde, en düşük oranın ise %1.058 ve 1.056 ile 2. ve 3. biçimlerde elde edildiği tespit edilmiştir.

Kalsiyum oranları bakımından su düzeyi x biçim interaksiyonu istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli çıkmıştır. En yüksek kalsiyum oranları 5. ve 6. biçimlerde I₀

uygulamasında elde edilmiştir. Farklı su düzeylerinin potasyum oranları üzerine etkisinin biçimler arasında oransal olarak farklılık göstermesi interaksyonun önemli çıkmasına neden olmuştur.



Şekil 4.9. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama Ca oranları

Katic vd. (2009), yoncada kalsiyum oranı bakımından biçimler arasında önemli farklılıklar olduğunu ve kalsiyum oranlarının %1.38-1.54 arasında olduğunu kaydetmişlerdir. Tajeda vd. (1985), yem bitkilerinin ruminantlar için en az %0.3 Ca içermesi gerektiğini bildirmişlerdir. Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi (NRC, 1984) de yem bitkilerinin en az %0.31 Ca içermesi gerektiğini belirtmiştir. Çalışmada elde ettiğimiz kalsiyum oranları standart değerlerin üzerindedir.

4.11. Magnezyum Oranı (%)

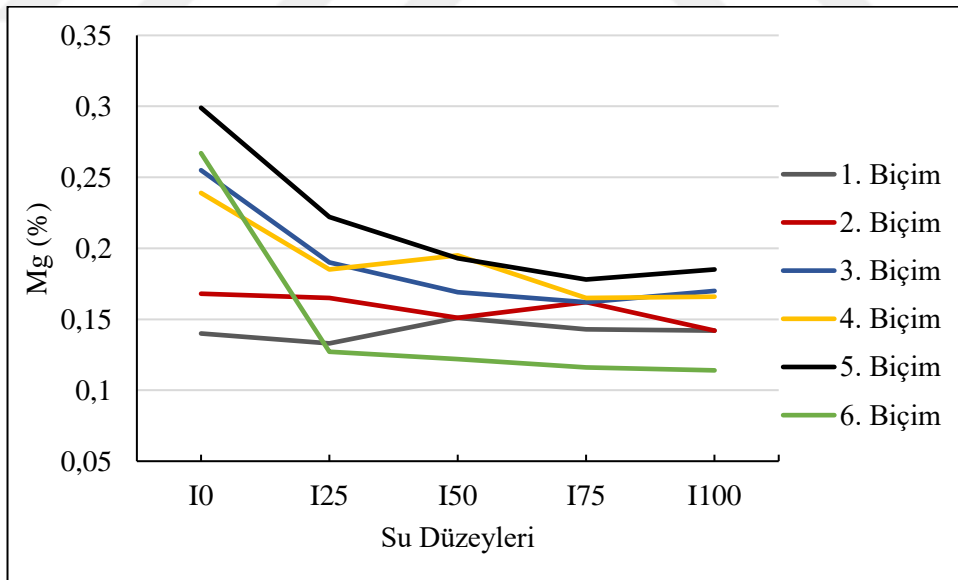
Farklı su düzeylerinin yoncanın magnezyum oranı üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2'de, ortalama magnezyum oranları ise Çizelge 4.12'de verilmiştir. Magnezyum oranı bakımından hem su düzeyleri hem de biçimler arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12. Yoncada farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama magnezyum oranları (%)

Su Düzeyleri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	4. Biçim	5. Biçim	6. Biçim	Ort.
I ₀	0.140 1-1	0.168 e-1	0.255 b	0.239 bc	0.299 a	0.267 b	0.228 A
I ₂₅	0.133 j-1	0.165 e-1	0.190 e-g	0.185 e-g	0.222 cd	0.127 kl	0.170 B
I ₅₀	0.151 h-k	0.151 h-k	0.169 e-1	0.195 de	0.193 d-f	0.122 kl	0.163 BC
I ₇₅	0.143 1-1	0.162 g-j	0.162 f-j	0.165 e-1	0.178 e-h	0.116 l	0.154 C
I ₁₀₀	0.142 1-1	0.142 1-1	0.170 e-1	0.166 e-1	0.185 e-g	0.114 l	0.153 C
Ort.	0.142 C	0.158 C	0.189 B	0.190 B	0.215 A	0.149 C	

Uygulanan su miktarı arttıkça yonca otundaki magnezyum oranı azalmış, I₀ uygulamasında %0.228 ile en yüksek değer elde edilirken, I₅₀, I₇₅ ve I₁₀₀ uygulamalarında en düşük magnezyum oranları elde edilmiştir.

Magnezyum oranları bakımından biçimler karşılaştırıldığında, en yüksek magnezyum oranının %0.215 ile 5.biçimde, en düşük oranın ise 1., 2. ve 6. biçimlerde elde edildiği tespit edilmiştir. Beşinci biçime kadar Mg oranları artmış, altıncı biçimde düşmüştür.



Şekil 4.10. Farklı su düzeylerinde elde edilen ortalama Mg oranları

Magnezyum oranları bakımından su düzeyi x biçim interaksiyonu istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli çıkmıştır. En yüksek magnezyum oranı 5. biçimde I₀ uygulamasında elde edilmiştir. Farklı su düzeylerinin magnezyum oranları üzerine etkisinin biçimler

arasında oransal olarak farklılık göstermesi interaksyonun önemli çıkmasına neden olmuştur.

Tajeda vd. (1985), yem bitkilerinin ruminantlar için en az %0.2 Mg içermesi gerektiğini bildirmişlerdir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilensoy yonca çeşidinde, beş farklı sulama konusu (I₁₀₀, I₇₅, I₅₀, I₂₅, I₀) uygulamasının verim ve kalite parametrelerine etkisini belirlemek amacıyla Isparta şartlarında yürütülen bu çalışmadan elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

Ortalama kuru ot verimleri incelendiğinde, su düzeylerindeki artışa paralel olarak kuru ot verimlerinin arttığı görülmektedir. Sulama yapılmayan I₀ uygulamasında yıllık toplam 1522.6 kg/da kuru ot verimi alınırken, I₁₀₀ uygulamasından %85.18'lik artışla 2819.5 kg/da kuru ot verimi elde edilmiştir.

Yoncada ham protein oranlarının verildiği Çizelge 4.3 incelendiğinde, uygulanan su miktarı arttıkça ham protein oranının azaldığı, I₀ uygulamasında %20.7 ile en yüksek değer elde edilirken, I₁₀₀ uygulamasında %18.6 ile en düşük ham protein oranı elde edildiği görülmektedir.

Uygulanan su miktarı arttıkça ADF ve NDF oranları artmış, en düşük değerler I₀ uygulamasında, en yüksek değerler I₇₅ ve I₁₀₀ uygulamalarında elde edilmiştir.

Yoncada uygulanan su miktarı arttıkça TSBM oranı azalmış, I₀ uygulamasında en yüksek değer elde edilirken, I₇₅ ve I₁₀₀ uygulamalarında en düşük TSBM oranları elde edilmiştir.

Uygulanan su miktarı arttıkça nispi yem değerleri azalmış, en yüksek değer I₀ uygulamasında elde edilirken, en düşük nispi yem değeri I₁₀₀ uygulamasında belirlenmiştir.

Su uygulamalarındaki artışlar fosfor ve potasyum oranlarını arttırırken, kalsiyum ve magnezyum oranlarında azalmaya neden olmuştur.

Biçim zamanları da tüm özellikler üzerine istatistiki olarak önemli etkide bulunmuş, biçimler ilerledikçe kuru ot verimi, ADF, NDF azalırken, ham protein oranı, toplam sindirilebilir besin maddesi, nispi yem değeri, fosfor ve kalsiyum oranları artmıştır.

Kurak ve yarı kurak koşullarda su yetersizliği tarımsal üretimin en önemli problemlerinden birisidir. Artan nüfusa bağlı olarak gıda ihtiyacı artarken, hem küresel ısınmaya bağlı olarak sulama suyuna ihtiyaç artmakta hem de başta endüstriyel olmak üzere diğer amaçlı su tüketimi artmaktadır. Bu durum sulama suyunun etkin kullanımı konusunda arayışlara hız verilmesine sebep olmaktadır.

Su kaynaklarının etkin kullanımı ve birim suya karşılık elde edilecek verimin artırılması için su uygulama randımanları diğer yöntemlere göre daha yüksek olan yüzey altı damla sulama gibi yöntemlerin yaygınlaştırılması ve bu yöntemle sulanan bitkilerin tam ve kısıtlı sulama koşullarında su-verim ilişkilerinin belirlenmesi oldukça önemlidir.

Bu çalışma, TUBİTAK-TOVAG 2150329 nolu proje kapsamında yürütülmektedir. 01.05.2016 tarihinde başlamış olan bu projede arazi çalışmaları devam etmektedir. Bu tez çalışmasında projede kullanılan yonca çeşitlerinden olan Bilensoy'un ikinci yılına ait değerler kullanılmıştır. Her ne kadar su kısıtının etkisi bu çalışmada net olarak ortaya çıkmış olsa da daha kesin bir değerlendirme yapılabilmesi için 2019 yılına ait sonuçların da değerlendirmeye alınarak projenin tamamlanması gerekmektedir. Tüm veriler dahil olduktan sonra yapılan analizler ve sonuçları TUBİTAK-TOVAG 2150329 nolu projenin sonuç raporunda verilecektir.

KAYNAKLAR

- Açıkğöz, E., Hatipoğlu, R., Altınok, S., Sancak, C., Tan, A. & Uraz, D. (2005). Yem bitkileri üretimi ve sorunları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildirileri*: 503–518, 3–7 Ocak 2005, Ankara.
- Afsharmanesh, G. (2009). Study of some morphological traits and selection of drought resistant alfalfa cultivars (*Medicago sativa* L.) in Jiroft, Iran. *Plant Ecophysiology*, 3, 109-118.
- Akbari, N. & 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)
- Akgül, M. & Başayığıt, L. (2005). Süleyman Demirel Üniversitesi Çiftlik Arazisinin Detaylı Toprak Etüdü ve Haritalanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9-3, (2005).
- Alam, M., Trooien T.P., Dumler, T.J. & Rogers D.H. (2002). Using Subsurface Drip Irrigation for Alfalfa. *Journal of the American Water Resources Association*, 38(6), 1715-1721.
- Almarshadi M.H. & Ismail. S.M. (2011). Effect of precision irrigation on productivity and water use efficiency of Alfalfa under different irrigation methods in Arid Climates. *Journal of Applied Sciences Research*, 7(3), 299-308.
- Amiraghaei, M. (2017). *Su Kısıtlamasının Farklı Yonca Genotiplerinde Ot Verimi ve Kalitesine Etkisi*. (Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Annicchiarico, P. (2007). Lucerne shoot and root traits associated with adaptation to favorable or drought-stress environments and to contrasting soil types. *Field Crop Research*, 102, 51-59.
- Aranjuelo, M.I., Irigoyen J.J. & Diaz M.S. (2001). *Effect of increased temperature and drought associated to climate change on change on productivity of nodulated alfalfa*. XIV Eucarpia *Medicago* SPP. Group Meeting. Quality in Lucerne and Medics for animal production, Zaragoza.
- Ashraf, M.A., Ashraf, M. & Shahbaz, M. (2012). Growth stage-based modulation in antioxidant defense system and proline accumulation in two hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salinity tolerance. *Flora Morpho Distrib Funct Ecolo Plants*, 207, 388–397.
- Avcı, M., Çınar S., Aydemir S.K., Kılıçalp N., Hatipoğlu R., Yücel, C., İnal, İ., Yücel, H., Aktaş, A. & Gültekin, R. (2007). *Çukurova koşullarında farklı yonca çeşitlerinin ot verimleri ve ot kaliteleri üzerinde bir araştırma*. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi. Erzurum.

- Bai, W.M. & Li, L.H. (2003). Effect of irrigation methods and quota on root water uptake and biomass of alfalfa in the Wulanbuhe sandy region of China. *Agricultural Water Management*, 62, 139-148.
- Bauder, J.W., Bauer, A., Ramirez, J.M. & Cassel, D.K. (1978). Alfalfa water use and production on dryland and irrigated sandy loam. *Agron. J.*, 70, 95-99.
- Belyea, R., Restrepo, R., Martz, F. & Eilersieck M. (1999). Effect of year and cutting on equations for estimating net energy of alfalfa. *Journal of Dairy Science*, 82(9), 1943-1949.
- Berrada, A. (2005). *Alfalfa response to water deficit using subsurface drip irrigation*. Colorado State University. Agricultural experiment station. Technical TBOS – 01 Colorado State University. USA.
- Bramley, H., Turner N.C. & Siddique K.H.M. (2013). *Water Use Efficiency*. In: Kole C (ed) *Genomics and Breeding for Climate-resilient Crops* Ed: C. kole. USA, 149-157.
- Buxton, D.R. & Fales S.L. (1994). *Plant environment and quality*. Forage quality, Evaluation, and Utilization, Ed: G. C. Fahey, American Society of Agronomy, Madison, USA. 155-199.
- Camp, C.R., Lamm, F.R., Evans, R.G. & Phene, C.J. (2000). *Subsurface drip irrigation: past, present and future*. In Proceedings of the fourth decennial irrigation symposium, November 14–16, Phoenix, Arizona. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Mich., USA, pp 363–372.
- Canbolat, O., Kamalak, A., Özkan, C.O., Erol, A., Şahin, M., Karakaş E. & Özkose E. (2006). Prediction of relative feed value of alfalfa hays harvested at different maturity stages using in vitro gas production. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 18, Article #27. Retrieved February 17, 2006, from <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/2/canb18027.htm>
- Carter, C.M. (2013). *Effects of Limiting Water on Water Use, Growth and Yield of Alfalfa Grown in the Big Horn Basin of Wyoming in the Big Horn Basin of Wyoming*. (M.S. Thesis, University of Wyoming, Wyoming)
- Carter, P.R. & Sheaffer C.C. (1983). Alfalfa response to soil water deficits. I. Growth, forage quality, yield, water use, and water use efficiency. *Crop Science*, 23(6), 669– 675.
- Cassida, K.A., Griffin, T.S., Rodriguez, J., Patching, S.C., Hesterman, O.B. & Rust, S.R. (2000). Protein degradability and forage quality in maturing alfalfa, red clover and birdsfoot trefoil. *Crop Science*, 40, 209-215.
- Cavero, J., Faci, J., Medina, E. & Martínez-Cob, A. (2017). Alfalfa forage production under solid-set sprinkler irrigation in a semiarid climate. *Agriculture Water Management*, 191, 184–192.

- Collins, M. & Fritz J.O. (2003). *Forage Quality. Forages, An Introduction to Grassland Agriculture*, Ed: R.F. Barnes, C.J. Nelson, K.J. Moore and M. Collins. Blackwell Publishing, Ames, 363–390.
- Cunningham, S.M., Volenec, J.J. & Teuber, L.R. (1998). Plant survival and root and bud composition of alfalfa populations selected for contrasting fall dormancy. *Crop Science*, 38, 962-969.
- Çakir, R. (2004). Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research*, 89, 1–16.
- Demiralay, İ. (1993). *Toprak Fiziksel Analizleri*. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:143, Erzurum.
- Donovan, T.J. & Meek B.D. (1983). Alfalfa responses to irrigation treatment and environment. *Agronomy Journal*, 75, 461-464.
- Du, T., Kang, S., Zhang, J., Li, F. & Hu, X. (2006). Yield and physiological responses of cotton to partial root-zone irrigation in the oasis field of northwest China. *Agriculture Water Management*, 84, 41–52.
- Eck, H.V., Mathers, A.C. & Musick, J.T. (1987). Plant water stress at various growth stages and growth and yield of soybeans. *Field Crops Research*, 17, 1–16.
- Erice, G., Louahlia, S., Irigoyen, J.J., Sanchez-Diaz, M. & Avice, J.C. (2010). Biomass partitioning, morphology and water status of four alfalfa genotypes submitted to progressive drought and subsequent recovery. *Journal of Plant Physiology*, 167(2), 114–20.
- Evren, S. & Sevim, Z. (1998). *Water consumption of alfalfa grown in Erzurum plain*. Soil and Water Re-sources Research Department, Publication No.106, Ankara.
- Frate, C. & Roberts, B. (2006). Managing alfalfa production with limited irrigation water. In: Proceedings. Of the 2006 Western Alfalfa & Forage Conference, Reno, Nevada.
- Garcia Del Moral, L.F., Rharrabti, Y., Villegas, D. & Royo, C. (2003). Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: an ontogenic approach. *Agron Journal*, 95, 266–274.
- Geleti, D., Hailemariam, M., Mengistu, A. & Tolera, A. (2014). Biomass yield potential and nutritive value of selected Alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars grown under tepid to cool sub-moist agro-ecology of Ethiopia. *Journal of Agricultural Research and Development*, 4(1), 7-14.
- Grimes, D.W., Wiley, P.L. & Shesley, W.R. (1992). Alfalfa yield and plant water relations with variable irrigation. *Crop Science*, 32, 1381-1387.

- Grubic, G., Adamovic, M., Stoicevic, L.J., Jovanovic, R. & Sretenovic, Lj. (1997). Uticaj izvora proteina u obroku krava na proizvodnju i sastav mleka. *Arhiv poljopr. Nauke*, 207(3-4), 21-30.
- Güngör, T., Başalan, M. & Aydoğan, G. (2008). Kırıkkale yöresinde üretilen bazı kaba yemlerde basın madde miktarları ve metabolize enerji düzeylerinin belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 55, 111-115.
- Halim, R.A. (1989). Water-stress effects on alfalfa forage quality after adjustments for maturity differences. *Agron. Journal*, 81(2), 189–194.
- Halim, R.A., Buxton, D.R., Hattendorf, M.J. & Carlson, R.E. (1989). Water stress effect on alfalfa forage quality after adjustment for maturity differences. *Agron. Journal*, 81, 189-194.
- Hanson, B. & Putnam, D. (2000). *Can alfalfa be produced with less water* Proceedings, 29th National Alfalfa Symposium, Las Vegas.
- Hanson, B., Putnam, D. & Snyder, R. (2007). Deficit irrigation of alfalfa as a strategy for providing water for water-short areas. *Agriculture Water Management*, 93, 73-80.
- Harmony, K.R., Lamm, F.R., Aboukheira, A.A. & Johnson, S.K. (2013). Reducing water inputs with subsurface drip irrigation may improve alfalfa nutritive value. Online. Forage and Grazinglands. doi:10.1094/FG-2013-117-01-RS.
- Hill, R.J., Johns, E.L. & Frevert, D.K. (1983). Comparison of Equations Used For Estimating Agricultural Crop Evapotranspiration With Field Research. Department of Interior, Bureau of Reclamation Tech Rep 08H-0808, USA.
- Holechek, J.L., Cole, R.A., Fisher, J.T. & Valdez, R. (2003). *Natural Resources: Ecology, Economics and Policy*. Prentice-Hall, 761. USA.
- Holman, J., Min, D., Klocke, N., Kisekka, I. & Currie, R. (2016). Effects of irrigation amount and timing on alfalfa nutritive value. *Trans. ASABE* 2016, 59, 849–860.
- Horrocks, R.D. & Vallentine, J.F. (1999). *Harvested Forages*. Academic Press, London, UK.
- Ismail, M.S. & Almarshadi, H.M. (2013). Maximizing Productivity and water use efficiency of Alfalfa under precise subsurface drip irrigation in arid region. *Irrigation and Drainage*, 62, 57-66.
- Jackson, M.L. (1958). *Soil Chemical Analysis*. Practice-Holl, Inc., 6 th printing, Uni. Of Wisconsin, madison, USA.
- James, L. R., Demaree, R. G., & Wolf, G. (1993). Rwg: An assessment of within-group interrater agreement. *Journal of applied psychology*, 78(2), 306.

- Kacar, B. & İnal, A. (2008). *Bitki Analizleri*. Nobel Yayınları: Ankara, 1241.
- Kang, S., Hu, X., Goodwin, I. & Jerie, P. (2002). Soil water distribution, water use, and yield response to partial root zone drying under a shallow groundwater table condition in a pear orchard. *Science Horticulture*, 92, 277–291.
- Kassam, A.H., Molden, D., Fereres, E. & Doorenbos, J. (2007). Water productivity: Science and practice-introduction. *Irrigation Science*, 25(3), 185-188.
- Katic, S., Milic, D., Karagic, D., Vasiljevic, S., Glamocic, D. & Jajic, I. (2009). Variation of protein, cellulose and mineral contents of lucerne as influenced by cultivar and cut. biotechnology in animal husbandry. <http://istocar.bg.ac.rs/radovi8/2/73.%20engl.%20S.%20KaticSR;> (15.05.2010).
- Kavut, Y.T. & Avcioglu, R. (2015). Yield and quality performances of various alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars in different soil textures in a Mediterranean Environment, *Turk Journal Field Crops*, 20, 65-71.
- Kuslu, Y., Sahin, U., Tunc, T. & Kiziloglu, M.F. (2010). Determining water-yield relationship, water use efficiency, seasonal crop and pan coefficients for alfalfa in a semiarid region with high altitude. *Bulgarian Journal Agriculture Science*, 16, 482-492.
- Li, Y. & Su, D. (2017). Alfalfa Water Use and Yield under Different Sprinkler Irrigation Regimes in North Arid Regions of China. *Sustainability*, 9, 1380.
- Lindenmayer, R.B., Hansen, N.C., Brummer, J. & Pritchett, J.G. (2011). Deficit Irrigation of Alfalfa for Water-Savings in the Great Plains and Intermountain West: A Review and Analysis of the Literature. *Agronomy Journal*, 103, 45-50.
- Linn, J. & Martin, N.P. (1989). *Forage Quality Tests and Interpretation*. Minnesota EXT. Service. AG-FO-2637. University of Minnesota, Saint Paul.
- Lowe, C.C., Marble, W.L. & Rumbaugh, M.D. (1972). *Alfalfa Adaptation, Varieties and Usage*, Amer. Soc. Argon. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Marković, J., Radović, J., Lugić, Z. & Sokolović, D. (2008). *Nutritive value in leaves and stems of lucerne with advanced maturity and a comparison of methods for determination of lignin content*. Proceedings of the 22nd General Meeting of the European Grassland Federation, Upsala, Sweden.
- Markovic, J., Radovic, J., Lugić, Z. & Sokolovic, D. (2007). The effect of development stage on chemical composition of alfalfa leaf and stem. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 23(5-6), 383-388.
- Metochis, C. & Orphanos, P.I. (1981). Alfalfa yield and water use when forced into dormancy by withholding water during summer. *Agronomy Journal*, 73, 1048-1050.

- Min, D. (2016). Effects of cutting interval between harvests on dry matter yield and nutritive value in alfalfa. *Am. Journal Plant Science*, 7, 1226–1231.
- Myer, G.L., Miller, W.W., Narayanan, R., Jensen, E.H. & Zheng, Y.B. (1991). Water management of alfalfa through individual harvest production functions. *Journal Prod. Agriculture*, 4, 505–508.
- NRC. (1984). Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of beef cattle. 6th revised ed. Washington, NaS-NRC.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watonabe, F.S. & Dean, L.A., (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. US: Dept. of Agriculture Cric., 939.
- Orloff, S. & Hanson, B. (2008). Conserving water through deficit irrigation of alfalfa in the intermountain area of California. Online. Forage and Grazinglands doi:10.1094/FG-2008-0421-01-RS.
- Ottman, M. (2011). Irrigation cutoffs with alfalfa-what are the implications. Proc. Western Alfalfa & Forage Conference, Las Vegas, USA.
- Ottman, M., Barry, ÇJ., Tickes, R. & Roth R.L. (1996). Alfalfa yield and stand response to irrigation termination in an arid environment. *Agronomy Journal*, 88, 44-48.
- Petil, H.V., Pesat, A.R., Barnett, G.M., Mason, W.N. & Dionne, J.L. (1992). Quality and morphological characteristics of alfalfa as affected by soil moisture, pH and phosphorous fertilization. *Can. Journal Plant Science*, 72, 147 – 162.
- Putnam, D., Takele, E., Kallenback, R. & Graves, W. (2000). Irrigating Alfalfa In The Low Desert: Can Summer Dry-down Be Effective For Saving Water In Alfalfa Report submitted to the Bureau of Reclamation (USDI), Yuma, Arizona.
- Quan, W., Liu, X., Wang, H. & Chan, Z. (2016). Comparative physiological and transcriptional analyses of two contrasting drought tolerant alfalfa varieties. *Frontiers in Plant Science*, 6, 1256. Doi:10.3389/fpls. 2015.01256.
- Ray, I.M., Townsend, M.S. & Muncy, C.M. (1999). Heritabilities and interrelationships of water-use efficiency and agronomic traits in irrigated alfalfa. *Crop Science*, 39, 1088–1092.
- Robinson, F.E., Teuber, L.R. & Gibbs, L. (1994). Alfalfa Water Stress Management During Summer in the Imperial Valley for Water Conservation. Desert Research and Extension Center, El Centro, CA, USA.
- Rohweder, D.A., Barnes, R.F. & Jorgensen N. (1978). Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal Animal Science*, 47, 747-759.

- Saeed, I.A.M. & El-Nadi, A.H. (1997). Irrigation effects on the growth, yield and water use efficiency of alfalfa. *Irrigation Science*, 17, 63-68.
- Sahin, U. & Hanay, A. (1996). Irrigation scheduling for the planned crop-pattern to be grown in Daphan Plain of Erzurum by means of computer techniques. *Turkish Journal Agriculture Forestry*, 20, 415-423.
- Salter, R., Melton, B., Wilson, M. & Currier, C. (1984). Selection in Alfalfa for Forage Yield with Three Moisture Levels in Drought Boxes¹. *Crop Science*, 24(2), 345– 349.
- Sanderson, M.A. & Wedin, W.F. (1988). Cell wall composition of alfalfa stems at similar morphological stages and chronological age during spring growth and summer regrowth. *Crop Science*, 28, 342-347.
- Sanderson, M.A., Horntein, S. & Wedin, W.F. (1989). Alfalfa morphological stage and its relation to in situ digestibility of detergent fiber fraction of stems. *Crop Science*, 29, 1315-1319.
- Saruhan, V. & Kusvuran, A. (2011). Güneydoğu anadolu bölgesi koşullarında bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitleri ve genotiplerinin verim performanslarının belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48, 133-140.
- SAS Institute Inc. (2011). SAS/STAT 9.3 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Seguin, P., Mustafa, A.F. & Sheaffer, C.C. (2002). Effects of soil moisture deficit on forage quality, digestibility, and protein fractions of Kura clover. *Journal Agron Crop Science*, 188, 260-266.
- Sheafer, C.C., Tanner, C.B. & Kirkham, M.B. (1988). Alfalfa water relations and irrigation. In: Hanson AA (ed) Alfalfa and alfalfa improvement. *Agronomy Monogr 29*. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, USA, 373–409.
- Shewmaker, G.E., Allen, R.G. & Neibling, W.H. (2013). *Alfalfa irrigation and drought*. www.uidaho.edu/~.../Drought/Alfalfa-Irrigation-Facts.ashx, (25.07.2016).
- Tajeda, R., Mcdowell, L.R., Martin, F.G. & Conrad, J.H. (1985). Mineral element analyses of various tropical forages in Guatemala and their relationship to soil concentrations. *Nutritional Reports international*, 32, 313–324.
- Take, W.A., Arnepalli, D.N., Brachman, R.W.I. & Rowe, R.K. (2007). “Laboratory and field calibration of TDR probes for water content measurement” OttawaGeo, 1865-1871.
- Takele, E. & Kallenbach, R. (2001). Analysis of the impact of alfalfa forage production under summer water- limiting circumstances on productivity, agricultural and growers returns and plant stand. *Journal Agronomy and Crop Science*, 187, 41-46.

- Tan, M. & Serin, Y. (2013). *Baklagil Yem Bitkileri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders, Yayın No: 190, Erzurum.
- Testa, G., Gresta, F. & Cosentino, S.L. (2011). Dry matter and qualitative characteristics of alfalfa as affected by harvest times and soil water content. *Europa Journal Agronomy*, 34(3), 144–152.
- Türk, M., Albayrak, S. & Yüksel, O. (2009). Effects of Fertilisation and Harvesting Stages On Forage Yield And Quality Of Hairy Vetch (*Vicia villosa* Roth.). *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 52, 269-275.
- Tüzüner, A. (1990). *Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı*. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Uçar, Y., Kazaz, S., Eraslan, F. & Baydar, H. (2013). Farklı Su ve Azot Düzeylerinin Yağ Güllü'nün (*Rosa Damascena* Mill.) Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. Tubitak Tovag, Proje No: 109O368.
- Vough, L.R. & Marten, G.C., (1971). Influence of soil moisture and ambient temperature on yield and quality of alfalfa forage. *Agronomy Journal*, 63, 401-405.
- Wissua, M. & Smith, S.E. (1997). Morphological and physiological characteristic associated with tolerance to summer irrigation termination in alfalfa. *Crop Science*, 37, 704-711.
- Yıldırım, O. (2008). *Sulama Sistemlerinin Tasarımı*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:1565. Ankara.
- Yılmaz, M. (2011). *Isparta Ekolojik Koşullarında Bazı Yonca (*Medicago sativa* L.) Çeşitlerinin Ot Verim ve Kalitelerinin Belirlenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 42s.)
- Yulafçı, A. & Pul, M. (2005). Samsun ilinde kaba yem üretimini sınırlayan problemlerin belirlenmesi. *GOP Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 73-81.
- Yüksel, O., Albayrak, S., Türk, M. & Sevimay, C.S. (2016). Dry matter yields and some quality features of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars under two different locations of Turkey. *SDU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Journal of Natural and Applied Sciences*, 20(2), 155-160.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet Emin YELSİZ

Doğum Yeri ve Yılı : Isparta, 1991

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : mehmeteminyelsizdu@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Isparta Gazi Lisesi,

Lisans : SDÜ Ziraat Fakültesi,