



**KIRKLARELİ KOŞULLARINDA FARKLI  
DAMLA SULAMA LATERAL  
DERİNLİKLERİNİN YALIN VE KARIŞIM  
HALİNDE EKİLEN YONCANIN VERİMİ,  
KALİTE PARAMETRELERİ VE KÖK  
GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Ozan ÖZTÜRK**  
**Doktora Tezi**  
**Tarla Bitkileri Anabilim Dalı**  
**Danışman: Prof. Dr. Canan ŞEN**  
**2021**

**T.C.**  
**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**KIRKLARELİ KOŞULLARINDA FARKLI DAMLA SULAMA LATERAL  
DERİNLİKLERİNİN YALIN VE KARIŞIM HALİNDE EKİLEN YONCANIN  
VERİMİ, KALİTE PARAMETRELERİ VE KÖK GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Ozan ÖZTÜRK**

**TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Prof. Dr. Canan ŞEN**

**TEKİRDAĞ-2021**

**Her hakkı saklıdır.**



Bu tez NKÜBAP tarafından NKUBAP.03.DR.19.232 numaralı proje ile desteklenmiştir.

## ÖZET

Doktora Tezi

### KIRKLARELİ KOŞULLARINDA FARKLI DAMLA SULAMA LATERAL DERİNLİKLERİNİN YALIN VE KARIŞIM HALİNDE EKİLEN YONCANIN VERİMİ, KALİTE PARAMETRELERİ VE KÖK GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

**Ozan ÖZTÜRK**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Canan ŞEN

Bu araştırma Kırklareli koşullarında bölge üreticisine kısıtlı sulanabilir tarım arazileri içerisinde mevcut kaba yem açığını kapatabilmek adına, yüzey altı damla sulama sisteminin yalın ve karışım halde ekilen yonca bitkisinin verimine ve kalite parametrelerine etkisinin sunulması amacıyla planlanmıştır. Kırklareli Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü arazisinde Faktöriyel Düzenlenmiş Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre tarla denemesi şeklinde dört tekerrürlü olarak toplam 24 parselde 2019 ve 2020 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmada yalın ekim (yonca) ve yonca (*Medicago sativa* L.), domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.), çok yıllık çim (*Lolium perenne*) ve kılçıksız brom (*Bromus inermis* L.) bitkilerinden oluşan karışık ekim olmak üzere iki ekim şekli kullanılmıştır. Sulama yöntemi olarak yağışa dayalı koşullar, toprağın 20 cm derinliğine yerleştirilen damla sulama lateralleri ve 40 cm derinliğine yerleştirilen damla sulama laterallerinin kullanıldığı yüzey altı damla sulama sistemi tercih edilmiştir. Toprağın içine yerleştirilen fleksiglas şeffaf tüpler içinde 360° dönerek tarama yapan tarayıcı ile aldığı görüntüleri bilgisayar ortamına aktaran kök izleme cihazı sayesinde minirhizotron tekniği ile bitki kökleri gözlemlenmiştir. Araştırmada en yüksek bitki boyu (59,19 cm), en yüksek sap kalınlığı (2,87 mm), en yüksek yeşil ot verimi (11.031,19 kg/da), en yüksek kuru ot verimi (2.329,62 kg/da) ve en yüksek kök uzunluğu (240,40 cm) 40 cm derinliğine yerleştirilen laterallerle sulanan yalın ekimden elde edilmiştir. Karışık ekimde 20 cm derinliğine yerleştirilen laterallerle sulanan parsellerde en yüksek yeşil (10.166,32 kg/da) ve kuru ot verimi (2.072,31 kg/da) elde edilmiştir. Her iki ekim şeklinde de en düşük verim yağışa dayalı konulardan alınmıştır. Yağışa dayalı yetiştirilen parseller en az kök uzunluğuna sahip konular olmuştur. Ayların kökler üzerine etkisi incelendiğinde bitkilerin en fazla kök uzunluğuna Mayıs ayında ulaştığı, en az kök uzunluğunun Mart ayında olduğu görülmüştür. Her iki ekim şeklinde de bitkilerin Nisan ayında yeni kök oluşturmaya başladığı, haziran ayından itibaren kök yoğunluğunda azalma olduğu belirlenmiştir. Karışık ekilen parsellerde en fazla kök uzunluğu 20 cm derinliğe yerleştirilen laterallerle sulanan konularda (177,64 cm) elde edilirken, yalın ekilen parsellerde 40 cm derinliğe yerleştirilen laterallerle sulanan konularda (240,40 cm) elde edilmiştir. Yapılan ekonomik analiz sonucunda en yüksek net kârın 1.021,49 TL/da ile 40 cm derinliğe yerleştirilen laterallerle sulanan yalın ekilen yoncadan elde edildiği görülmüştür. Karışık ekimde ise yağışa dayalı yetiştirilen parsel en kârlı parsel olarak ortaya çıkmıştır. Elde edilen kâr, sulanan parsellerden elde edilen kârdan daha yüksek gerçekleşmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Yonca, yüzey altı damla sulama, yem bitkileri karışımı, kök gelişimi, minirhizotron

2021, 129 sayfa

## ABSTRACT

PhD Thesis

THE EFFECT OF DIFFERENT DRIP IRRIGATION LATERAL DEPTHS ON THE EFFICIENCY, QUALITY PARAMETERS AND ROOT DEVELOPMENT OF ALONE AND MIXTURE PLANTED ALFALFA IN KIRKLARELİ CONDITIONS

**Ozan ÖZTÜRK**

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Field Crops

Supervisor: Prof. Dr. Canan ŞEN

This research was planned to present the effect of subsurface drip irrigation system on the yield and quality parameters of alfalfa of alone and mixture planted form in order to close the roughage deficit in the limited irrigable agricultural lands to the regional producer in Kırklareli conditions. The field experiment was carried out in a total of 24 plots with four replications in 2019 and 2020 according to the "Factorially Arranged Random Blocks Trial Design" on the land of Kırklareli Atatürk Soil Water and Agricultural Meteorology Research Institute. Two planting methods from alone planting (clover) and mixed planting consisting of alfalfa (*Medicago sativa* L.), Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.), perennial grass (*Lolium perenne*) and smooth brome (*Bromus inermis* L.) were used in the study. As the irrigation method, precipitation-based conditions, drip irrigation laterals placed at a depth of 20 cm in the soil and a subsurface drip irrigation system using drip irrigation laterals placed at a depth of 40 cm were preferred. Plant roots were observed with the minirhizotron technique, with the root tracking device that transfers the images taken by the scanner that rotates 360° inside the flexiglass transparent tubes placed in the soil to the computer environment. In the research, the highest plant height (59.19 cm), the highest stem thickness (2.87 mm), the highest green grass yield (11.031.19 kg/da), the highest hay yield (2.329,62 kg/da) and the highest root length (240.40 cm) was obtained from irrigated alone planting with laterals placed at a depth of 40 cm. In mixed planting, the highest yield of green (10,166.32 kg/da) and hay yield (2.072,31 kg/da) was obtained in the plots irrigated with laterals placed at a depth of 20 cm. In both planting forms, the lowest yield was obtained from the treatments based on precipitation. Plots grown based on precipitation were the subjects with the least root length. When the effect of the months on the roots was examined, it was seen that the plants reached the maximum root length in May and the least root length was in March. In both planting methods, it was determined that the plants started to form new roots in April and there was a decrease in root density from June. While the maximum root length was obtained (177.64 cm) in irrigated with laterals placed at 20 cm depth in mixed plots, it was obtained in subjects irrigated with laterals placed at a depth of 40 cm in alone planted plots (240.40 cm). As a result of the economic analysis, it was seen that the highest net profit was obtained 1.021.49 TL/da from the alone planted alfalfa irrigated with laterals placed at a depth of 40 cm. In mixed planting, the parcel grown based on precipitation emerged as the most profitable parcel. The profit obtained was higher than the profit obtained from the irrigated parcels.

**Key words:** Alfalfa, subsurface drip irrigation, forage mix, root growth, minirhizotron

2021, 129 pages

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ.....</b>	<b>v</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ.....</b>	<b>vi</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>TEŞEKKÜR.....</b>	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>5</b>
2.1. Verim ve Kalite Parametreleri Üzerine Yürütülmüş Araştırmalar .....	5
2.2. Kök Gelişimi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar .....	14
2.3. Su Tüketimi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar .....	18
2.4. Ekonomik Analiz ile İlgili Yapılmış Çalışmalar .....	20
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>22</b>
3.1. Materyal.....	22
3.1.1. Araştırma Yerinin Coğrafi Konumu .....	22
3.1.2. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri .....	23
3.1.3. Araştırma Yerinin Tarımsal Yapısı .....	25
3.1.4. Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri .....	26
3.1.5. Araştırmada Kullanılan Sulama Suyunun Özellikleri .....	27
3.1.6. Araştırmada Kullanılan Yüzey Altı Damla Sulama Sisteminin Özellikleri .....	27
3.1.7. Araştırmada Kullanılan Bitki Özellikleri.....	28
3.1.8. Araştırmada Kullanılan Kök İzleme Sisteminin Özellikleri.....	28
3.2. Yöntem .....	29
3.2.1. Deneme Deseni ve Araştırma Konuları .....	29
3.2.2. Sulama .....	31
3.2.3. Ekonomik Analiz.....	33
3.2.4. Kök İzleme.....	33
3.2.5. Fiziksel Ölçümler.....	34
3.2.6. Yem Analizleri.....	35
3.2.7. Tarımsal İşlemler .....	37
3.2.7.1. Ekim.....	40

3.2.7.2. Bakım işlemleri.....	40
3.2.7.3. Hasat .....	41
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....</b>	<b>42</b>
4.1. Bitki Su Tüketimi ve Su Kullanım Randımanları.....	42
4.2. Bitki Boyu (cm) .....	49
4.3. Bitki sap kalınlığı (mm).....	53
4.4. Ana Sap Dal Sayısı .....	57
4.5. Botanik Kompozisyonda Bulunma Oranları .....	59
4.6. Yeşil Ot Verimi (kg/da) .....	62
4.7. Kuru Ot Verimi (kg/da) .....	67
4.8. Ham Protein Oranı (%).....	70
4.9. Ham Selüloz Oranı (%) .....	73
4.10.ADF ve NDF Oranları (%) .....	76
4.10.1. ADF Oranları .....	77
4.10.2. NDF Oranı .....	80
4.11.Ham Kül Oranı (%) .....	83
4.12.Kuru Madde Oranı (%).....	86
4.13.Yoncada Kök Gelişimi .....	89
4.14.Ekonomik Analiz .....	98
<b>5. SONUÇ .....</b>	<b>100</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>103</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>113</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>120</b>

## ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 3.1 Araştırma yerine ait uzun yıllar iklim verileri.....	23
Çizelge 3.2 Araştırma yerinin 2019 ve 2020 yıllarına ait iklim verileri.....	24
Çizelge 3.3 Kırklareli ilinde bazı ürünlere ait 2019 yılı ekim alanları ve üretim miktarları ....	25
Çizelge 3.4 Araştırma alanının topraklarına ait fiziksel analiz sonuçları.....	26
Çizelge 3.5 Araştırma alanının topraklarına ait kimyasal analiz sonuçları.....	26
Çizelge 3.6 Araştırmada kullanılan sulama suyuna ait bazı kimyasal özellikler .....	27
Çizelge 3.7 Tarımsal işlemler çizelgesi.....	37
Çizelge 3.8 Sulama uygulamaları çizelgesi (2019) .....	38
Çizelge 3.9 Sulama uygulamaları çizelgesi (2020) .....	39
Çizelge 4.1 2019 yılında elde edilen mevsimlik bitki su tüketim değerleri .....	43
Çizelge 4.2 2020 yılında elde edilen mevsimlik bitki su tüketim değerleri .....	44
Çizelge 4.3 Bitki su tüketimi-yeşil ot verimi korelasyon tablosu.....	46
Çizelge 4.4 Araştırma sonucunda elde edilen IWUE ve WUE değerleri.....	47
Çizelge 4.5 Bitki su tüketimi - kök gelişimi korelasyon tablosu.....	48
Çizelge 4.6 Araştırmada elde edilen bitki boylarına ait varyans analiz tablosu.....	49
Çizelge 4.7 Araştırmada elde edilen bitki boyları .....	50
Çizelge 4.8 Araştırmada elde edilen bitki sap kalınlıklarına ait varyans analiz tablosu .....	53
Çizelge 4.9 Araştırmada elde edilen sap kalınlıkları .....	54
Çizelge 4.10 Bitki sap kalınlığı - protein oranı korelasyon tablosu .....	56
Çizelge 4.11 Araştırmada elde edilen ana sap dal sayılarına ait varyans analiz tablosu .....	57
Çizelge 4.12 Araştırmada elde edilen ana sap dal sayıları .....	58
Çizelge 4.13 Botanik kompozisyonda bulunma oranlarına ait varyans analiz tablosu .....	59
Çizelge 4.14 Araştırmada elde edilen botanik kompozisyonda bulunma oranları .....	60
Çizelge 4.15 Araştırmada elde edilen yeşil ot verimlerine ait varyans analiz tablosu .....	63
Çizelge 4.16 Araştırmada elde edilen yeşil ot verimleri .....	64
Çizelge 4.17 Araştırmada elde edilen kuru ot verimlerine ait varyans analiz tablosu .....	67
Çizelge 4.18 Araştırmada elde edilen kuru ot verimleri.....	68
Çizelge 4.19 Araştırmada elde edilen ham protein oranlarına ait varyans analiz tablosu.....	70
Çizelge 4.20 Araştırmada elde edilen ham protein oranları .....	71
Çizelge 4.21 Araştırmada elde edilen ham selüloz oranlarına ait varyans analiz tablosu.....	73
Çizelge 4.22 Araştırmada elde edilen ham selüloz oranları .....	74
Çizelge 4.23 Araştırmada elde edilen ADF oranlarına ait varyans analiz tablosu .....	77
Çizelge 4.24 Araştırmada elde edilen ADF oranları .....	78
Çizelge 4.25 Araştırmada elde edilen NDF oranlarına ait varyans analiz tablosu .....	80
Çizelge 4.26 Araştırmada elde edilen NDF oranları .....	81
Çizelge 4.27 Araştırmada elde edilen ham kül oranlarına ait varyans analiz tablosu .....	83
Çizelge 4.28 Araştırmada elde edilen ham kül oranları .....	84
Çizelge 4.29 Araştırmada elde edilen kuru madde oranlarına ait varyans analiz tablosu .....	86
Çizelge 4.30 Araştırmada elde edilen kuru madde oranları .....	87
Çizelge 4.31 Araştırmada elde edilen kök gelişim değerlerine ait varyans analiz tablosu .....	89
Çizelge 4.32 Araştırmada elde edilen bitki kök gelişim değerleri .....	90
Çizelge 4.33 Kök uzunluğu - yeşil ot verimi korelasyon tablosu.....	96
Çizelge 4.34 Kök gelişimi – kuru ot verimi korelasyon tablosu .....	97
Çizelge 4.35 Araştırma sonuçlarının ekonomik analizi için kullanılan masraf unsurları .....	98



## ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 3.1 Araştırma yerinin coğrafi konumu .....	22
Şekil 3.2 Araştırma alanından bir görüntü .....	22
Şekil 3.3 Damlatıcı kesiti .....	28
Şekil 3.4 Araştırma alanında nötronmetre ile nem ölçümü .....	30
Şekil 3.5 30-60 cm toprak derinliği için oluşturulan korelasyon denklemi .....	30
Şekil 3.6 60-90 cm toprak derinliği için oluşturulan korelasyon denklemi .....	31
Şekil 3.7 90-120 cm toprak derinliği için oluşturulan korelasyon denklemi.....	31
Şekil 3.8 Kök izleme ve analizlere ait görüntüler .....	34
Şekil 3.9 Fiziksel ölçümlere ait görüntüler.....	35
Şekil 3.10 Yem kalitesi analizlerine ait görüntüler .....	36
Şekil 3.11 Araştırma parsellerinin ekimi .....	40
Şekil 3.12 Araştırma parsellerinde tespit edilen yonca hortumlu böceği ( <i>Hypera variabilis</i> ) larvası .....	41
Şekil 4.1 2019 Yılı sulama öncesi toprak nem grafikleri .....	42
Şekil 4.2 2020 Yılı sulama öncesi toprak nem grafikleri .....	42
Şekil 4.3 Bitki su tüketimi verim ilişkisi .....	46
Şekil 4.4 Kök gelişimi – bitki su tüketimi dağılım grafiği matrisi .....	48
Şekil 4.5 Araştırmada elde edilen bitki boyları grafiği .....	51
Şekil 4.6 Araştırmada elde edilen sap kalınlıkları grafiği .....	55
Şekil 4.7 Bitki sap kalınlığı - protein oranı dağılım grafiği matrisi .....	56
Şekil 4.8 Araştırmada elde edilen ana sap dal sayıları grafiği.....	58
Şekil 4.9 Araştırmada elde edilen botanik kompozisyonda bulunma oranları grafiği .....	60
Şekil 4.10 Karışık ekilen parsel görüntüsü.....	62
Şekil 4.11 Araştırmada elde edilen yeşil ot verimleri grafiği.....	65
Şekil 4.12 Araştırmada elde edilen kuru ot verimleri grafiği .....	69
Şekil 4.13 Araştırmada elde edilen ham protein oranları grafiği .....	72
Şekil 4.14 Araştırmada elde edilen ham selüloz oranları grafiği .....	75
Şekil 4.15 Araştırmada elde edilen ADF oranları grafiği.....	79
Şekil 4.16 Araştırmada elde edilen NDF oranları grafiği.....	82
Şekil 4.17 Araştırmada elde edilen ham kül oranları grafiği.....	85
Şekil 4.18 Araştırmada elde edilen kuru madde oranları grafiği.....	88
Şekil 4.19 Toprak derinliğine göre toplam kök uzunlukları (mm) 2019.....	91
Şekil 4.20 Toprak derinliğine göre toplam kök uzunlukları (mm) 2020.....	91
Şekil 4.21 Aylara göre toplam kök uzunlukları (mm) 2019.....	92
Şekil 4.22 Aylara göre toplam kök uzunlukları (mm) 2020.....	92
Şekil 4.23 Kök uzunluğu - yeşil ot verimi dağılım grafiği matrisi.....	96
Şekil 4.24 Kök uzunluğu – kuru ot verimi dağılım grafiği matrisi .....	97

## SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
ADF	: Acid detergent fibre – Asit deterjanda çözünmeyen lif
BBHB	: Büyükbaş hayvan birimi
cm	: Santimetre
CV	: Güven katsayısı
D	: Islatılacak toprak derinliği
da	: Dekar
DM	: Dry matter – Kuru madde
dn	: Net sulama suyu miktarı
DP	: Derine sızma
E.Ş.	: Ekim şekli
ET	: Bitki su tüketimi
g	: Gram
GYD	: Göreceli yem değeri
ha	: Ha
I	: Sulama suyu
IWUE	: Irrigation water use efficiency - Sulama suyu kullanım etkinliği
KE	: Karışık ekim
kg	: Kilogram
L.D	: Lateral derinliği
LSD	: Least significant difference - Asgari önemli fark
m	: Metre
mm	: Milimetre
NDF	: Neutral detergent fibre - Nötr deterjanda çözünmeyen lif
°C	: Santigrat derece
ORT	: Ortalama
P	: Örtü yüzdesi
P	: Yağış miktarı

PW	: Mevcut nem
Roff	: Yüzey akış kayıpları
SDI	: Subsurface drip irrigation – Yüze altı damla sulama
SN	: Solma noktası
T	: Ton
TK	: Tarla kapasitesi
TÜİK	: Türkiye istatistik kurumu
WUE	: Water use efficiency - Su kullanım etkinliği
Y	: Ürün verimi (kg/da)
YD	: Yağışa dayalı
YE	: Yalın ekim
$\gamma_t$	: Toprağın birim hacim ağırlığı
$\Delta s$	: Toprak profilindeki nem değişimi

## TEŞEKKÜR

Lisans eğitimimden başlayarak yüksek lisans ve nihayetinde doktora tez çalışması olarak bu araştırmanın planlanmasında, yürütülmesinde ve sonuçlandırılmasında her zaman yanımda olan, beni yüreklendiren, yol gösteren hocam Prof. Dr. Canan ŞEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışma planının sunulmasında, tez savunma aşamasına kadar katkılarıyla bu çalışmanın sonuçlanmasında çok büyük emek sahibi olan hocalarım Prof. Dr. Adnan ORAK ve Prof. Dr. Tolga ERDEM'E teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu çalışmanın başlangıcından bitişine kadar tüm imkânlarından sonuna kadar yararlandığım görev yaptığım kurum olan Kırklareli Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün başta Müdürü Dr. Fatih BAKANOGULLARI olmak üzere Müdür Yardımcısı Dr. Mehmet Ali GÜRBÜZ'e, Enstitü Teknik Koordinatörü Doç Dr. Başak AYDIN'a, Tarımsal Sulama ve Arazi Islahı Bölüm Başkanı Doç Dr. Ülviye ÇEBİ'ye, Ziraat Yüksek Mühendisi Dr. Selçuk ÖZER'e, Enstitü Laboratuvar çalışanlarına, Çiftçi Başı Necmi KÖSE'ye, Enstitümüzün emektar tarım işçilerine şükranlarımı sunuyorum.

Eğitim hayatının büyük bir kısmını evlendikten sonra sürdüren birisi olarak, her ne kadar onları ihmal etsem de beni bir o kadar daha fazla teşvik eden kıymetli eşim Emine ÖZTÜRK'e, canım kızım Melek Dilan ÖZTÜRK'e ve canım oğlum Ali ÖZTÜRK'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İyi ki evlatları olmuşum dediğim, başımın tacı canım annem Nuray ÖZTÜRK'ün ellerinden öpüyor, babam merhum Metin ÖZTÜRK'ü saygı, hasret ve rahmetle anıyorum.

Haziran, 2021

Ozan ÖZTÜRK  
Ziraat Yüksek Mühendisi

## 1. GİRİŞ

Yem bitkileri üretimi ülkemizde yaklaşık 23 milyon hektarlık tarım alanının %10'luk diliminde gerçekleşmektedir. Ekiliş alanları incelendiğinde 2020 yılı içerisinde 2.260.000 hektar alanda yem bitkisi üretimi gerçekleştiği görülmektedir. Bu ekiliş alanları içerisinde en fazla yeri 6,6 milyon dekar ile yonca almaktadır. Ülkemiz 2019 yılı itibariyle 18.158.000 büyükbaş, 54.112.000 küçükbaş olmak üzere toplam 72,5 milyon (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK] 2020) hayvan varlığı ile 19 milyon Büyük Baş Hayvan Birimi (BBHB) ne denk gelen bir hayvansal üretime sahiptir. Bu hayvanların yıllık kaba yem ihtiyacı 87 milyon ton kuru ot kadardır. Ülkemizin yıllık kaba yem üretimi incelendiğinde ise doğal çayır-meralar ve yem bitkisi üretim alanları dâhil 2020 yılı itibariyle yaklaşık 25 milyon ton civarında olduğu görülmektedir. Bu haliyle kaba yem ihtiyacının 1/3'ünü karşılayabilen bir ülke durumunda olduğumuz gözlemlenmektedir. Yıllık kaba yem açığımız kuru ot cinsinden yaklaşık 61 milyon tondur.

Hayvan hastalıklarından ari statüde olan Marmara Bölgesinin kuzey kesiminde yer alan Trakya Bölgesinde 2020 yılı rakamlarına göre 469.000 büyükbaş ve 1.106.000 küçükbaş olmak üzere toplam 1.579.000 civarında hayvan varlığı bulunmaktadır (TÜİK, 2020). Hayvan varlığının BBHB cinsinden ifade edilmesi durumunda 477.334 BBHB'ne denk geldiği görülmektedir. Kuru ot cinsinden 477.334 BBHB hayvanın kaba yem ihtiyacı 2.177.834 ton/yıl'dır. Yörede 2020 yılı üretim sezonunda 450.989 dekar alanda yem bitkileri üretimi gerçekleşmiştir. Bu alan Trakya'nın tarımsal arazi varlığının yaklaşık %5'idir. Ekiliş alanları içerisinde en büyük yeri tek yıllık yem bitkilerinden silajlık mısır, çok yıllık yem bitkilerinden ise yonca kaplamaktadır. Trakya Bölgesinin yıllık kaba yem üretimi incelendiğinde ise doğal çayır-meralar ve yem bitkisi üretim alanları dâhil 2020 yılı itibariyle yaklaşık 476 bin ton civarında olduğu görülmektedir. Bu haliyle kaba yem ihtiyacının 1/4'ünü karşılayabilen bir bölge durumunda olduğu gözlemlenmektedir. Bölgenin yıllık kaba yem açığı kuru ot cinsinden yaklaşık 1,7 milyon tondan fazladır.

Kırklareli ilinde 235.000 hektarlık tarım alanında 2020 yılı içerisinde 15.578 hektar yem bitkisi ekilişi yapılmıştır. Bu haliyle ilin tarım arazilerinin %7 sinde kaba yem üretimi yapıldığı ve oransal olarak ülke genelinin altında, Trakya Bölgesinin üzerinde bir üretim gerçekleştiği görülmektedir. Silajlık mısır ilde 82.500 dekarlık alan ile en fazla üretimi yapılan tek yıllık yem bitkisidir. Yonca ise en çok ekim alanına sahip çok yıllık yem bitkisidir. Hayvan varlığına bakıldığında 2020 yılı itibariyle 156.348 büyükbaş, 407.540 küçükbaş ve 1.082 tek tırnaklı

olmak üzere toplam 564.970 baş hayvan mevcudu olduğu görülmektedir (TÜİK 2020). Hayvan varlığının BBHB cinsinden ifadesi 164.943 BBHB'ne karşılık gelmektedir. Kuru ot olarak 164.943 BBHB hayvan varlığının yıllık kaba yem ihtiyacı 752.552 tondur. Kırklareli ilinde yem bitkisi ekili alanlardan 2020 yılında elde edilen kuru ot miktarı 140.000 ton civarındadır. Çayır-Meralardan elde edilen kaba yem miktarı ise yaklaşık 21.000 ton dur. Mevcut üretimin 161.000 ton olduğu göz önünde bulundurulduğunda kaba yem ihtiyacının karşılanma oranı sadece %21'dir. Kırklareli ilinde 2020 yılı itibariyle kaba yem açığı 600.000 ton civarındadır.

Hayvan varlığımız ve yem kaynaklarından elde ettiğimiz miktarlar göz önünde bulundurulduğunda; genelde Türkiye özelde ise Kırklareli ilinin kaba yem ihtiyacının karşılanabilmesi adına özellikle sulu tarım arazilerinde ürün desenine yem bitkilerinin alınması elzemdir.

Devlet Su İşleri tarafından yapılan araştırmada ülkemizde ekonomik olarak sulanabilecek 8.500.000 hektarlık bir alanın 2019 yılı sonunda 6.650.000 hektarının sulamaya açıldığı bildirilmiştir. Mevcut sulama alanlarının %71'inde yüzey sulama yöntemleri, %29'unda basınçlı sulama yöntemleri uygulanmaktadır (Devlet Su İşleri [DSİ] 2021).

Bölgemizde, Edirne ilinde 76.181 hektar, Kırklareli ilinde 45.229 hektar ve Tekirdağ ilinde 22.670 ha olmak üzere toplamda 144.080 ha alanda sulu tarım yapıldığı görülmektedir. Sulanabilir arazilerin tarımsal alana oranı %15 kadardır (Semerci 2006).

İklim değişiklikleri ve küresel ısınmanın etkisi ile mevsimsel yağışlar daha kısa süre içerisinde daha fazla miktarda yağmakta, bitkiler ihtiyaç duydukları suyu uzun süre bulamamakta veya belli dönemlerde ihtiyacından çok fazla su ile karşı karşıya kalmaktadır. Artan dünya nüfusunu besleyebilmek için ekili tarımsal alanların artırılması mümkün görülmediğinden; mevcut tarım alanlarında sulama yaparken sulama kayıplarının en aza indiği, su ve enerji tasarrufu sağlayan, çevre dostu sulama sistemlerinin kullanılması önemlidir.

Yonca (*Medicago sativa*) dünyanın hemen hemen her iklim kuşağında yetiştirilebilen, hayvanlar tarafından severek tüketilen, protein bakımından zengin, dünyada ve ülkemizde en fazla yetiştiriciliği yapılan baklagil yem bitkisidir. Yalın olarak ekilip biçilmek suretiyle kuru ot şeklinde değerlendirilebildiği gibi, karışık olarak da ekilebilmektedir. Çok yıllık çim (*Lolium perenne*) Kırklareli meralarında doğal olarak yetişen kısa ömürlü çok yıllık bir buğdaygil yem bitkisidir (Şen ve Öztürk, 2017). Çimlenme hızı ve vejetatif gelişimi hızlı, olatmaya ve çiğnenmeye dayanıklıdır. Domuz ayrığı (*Dactylis glomerata*) yumak oluşturan, çok yıllık uzun

ömürlü bir buğdaygil yem bitkisidir. Diğer buğdaygil yem bitkilerine göre daha erken otlatma olgunluğuna erişmektedir. Kılçıksız brom (*Bromus inermis*) kurağa dayanıklı, çok yıllık, buğdaygil yem bitkisidir. Araştırma kapsamında ülkemizde ve dünyada yetiştiriciliği en fazla yapılan baklagil yem bitkisi olan yonca yalın ve Kırklareli doğal bitki örtüsünde sık rastlanan buğdaygil yem bitkilerinden olan domuz ayrığı, çok yıllık çim ve kılçıksız brom ile karışım halinde ekilmiştir.

Kırklareli ilinin tarım alanları incelendiğinde sulanabilir alanlar tüm tarım alanları içerisinde %17 lik bir orana sahiptir. Bu oranın azlığı su kaynaklarının kısıtlı olması ve sulama maliyetlerinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Bölgede çok yıllık yem bitkisi olarak yetiştirilen en yaygın bitki olan yonca ekili alanların tamamına yakını yağmurlama sulama ile sulanmaktadır. Sulama imkânı olan tarım alanlarında genellikle birim alana getirisinin daha yüksek olduğu düşünülen tek yıllık endüstri bitkileri ve yem bitkisi olarak silajlık mısır ekilmektedir. Çalışma ilk tesisi yılı dışında işçiliğin üretim maliyetinde çok az yer tuttuğu yüzey altı damla sulama sisteminin kullanımının verime ve kaliteye etkisini kapsamaktadır.

Yapılan literatür taramalarında yalın ekilen yonca bitkisinin verimi, kalite parametreleri ve bitki su tüketimi üzerine bir çok çalışma yapıldığı tespit edilmiş, ancak farklı derinlikteki yüzey altı damla sulama lateralleri ile sulanan yoncanın yalın ve karışık ekiminin kök gelişimine etkisi üzerine ülkemizde yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu haliyle ülkemizde kaba yem açığının kapatılması için yetiştiriciliği önerilen en önemli çok yıllık baklagil yem bitkisi olan yoncanın kök gelişiminin minirhizotron yöntemiyle incelenmesi araştırmanın özgün değerini oluşturmuştur.

Çalışmada kullanılan bitki türleri (yonca, domuz ayrığı, kılçıksız brom ve çok yıllık çim) bir üretim sezonu içerisinde birden çok biçim yapılan çok yıllık yem bitkileridir. Kurulan tesisler de buna bağlı olarak çok yıllık tesislerdir. Seçilen karışım oranı da en çok kullanılan karışım şeklidir. Bölgede Tarım ve Orman Bakanlığı destekli “Çayır Mera Amenajman ve Islah Projelerinde” bu karışım bitkileri tercih edilmektedir. Günümüzde hayvancılık tesislerinde entansif tarımda kaba yem ihtiyacının karşılanmasında yapay çayır ve meralar ön plana çıkmaktadır. Bu tür işletmelerde yapay çayır mera tesislerinde de çokça kullanılan karışım türleri deneme materyali olarak seçilmiştir. Özellikle yapay mera tesisinde sulama oldukça önem arz etmektedir. Gerek bitkilerin çıkışında, gerekse daha sonraki biçilerek ya da otlatılarak değerlendirilmelerinde sulama önemli bir ihtiyaçtır. Bölge şartlarında bu meralardan

maksimum yem üretimi için sulama zorunludur. Bununla birlikte karışım bitkileri olan domuz ayrığı, kılçıksız brom ve çok yıllık çim buğdaygil türlerinden olup, saçak köklü bitkilerdir. Bilindiği üzere yonca kazık köklüdür. Bu araştırma ile farklı kök yapılarının sulama ile gelişimleri takip edilmiştir. Saçak köklü bitkiler özellikle toprağın üst katmanlarındaki suyu daha iyi kullanma yeteneğine sahiptir. Kazık köklü bitkiler ise alt tabakadaki suyu daha kolay kullanabilmektedir. Bu çalışma bu farklılığın ortaya konması açısından önemlidir. Araştırmada bitkilerin kök gelişimleri toprak altında kamera ile gözlenerek ve bitkilerin gelişme dönemlerinde ve biçim sonrasında kök yoğunlukları tespit edilmeye çalışılmıştır.

Araştırma ile bölge üreticisine kısıtlı sulanabilir tarım arazileri içerisinde mevcut kaba yem açığını kapatabilmek adına, buharlaşma kayıplarının daha az olduğu yüzey altı damla sulama sisteminin farklı ekim yöntemleri (Yalın-Karışık) uygulanan yoncanın verimine ve yem kalitesine etkilerinin sunulması amaçlanmıştır. Araştırmada bundan önce yapılan çalışmalara ek olarak 4'lü yem bitkisi karışımlarında yüzey altı damla sulama sistemine yer verilmiştir. Yalın ekilen yonca ile buğdaygiller familyasına ait yem bitkileri ile karışık ekilen yonca bitkisinin verim ve kalite parametreleri analiz edilmiştir. Yüzey altı damla sulama yöntemi ile farklı yem bitkisi türlerinin yetiştiriciliğinin ekonomik analizi yapılmıştır.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Verim ve Kalite Parametreleri Üzerine Yürütülmüş Araştırmalar

*L. perenne*, ılıman iklimlerde büyüyen C3 bitkisidir. Optimum büyüme sıcaklığı 18-20°C'dir. Çimlenmekte olan tohumun içindeki ilk sap yaklaşık 2 mm uzunluğunda ve 2.8 mm çapındadır. Primer ve adventif kökler, embriyonun tabanından ortaya çıkar (Soper ve Mitchell, 1956).

*L. perenne* stolon veya rizom üretmez, filiz tomurcukları genç bitkilerde toprak seviyesinde veya yakınında bulunur, ancak gelişmiş bitkilerde daha yüksek boğumlardan gelişebilir. Nodal kökleri değişken ve beyaz, kalın, parlak, düz, dalsız ve kök kıllarla kaplanmış veya daha ince ve daha sonra lifli hale gelebilir. Yüksek kaliteli meralarda çayır üçgülü (*Trifolium pratense* L.) ile uyum içindedir ama en iyi ilişki içinde olduğu bitki yoncadır. Çok yıllık çimin potansiyel yaşam süresinin tam olarak bilinmediğini ancak iyi otlatılan eski bir merada dahi bitkilerin yaşlanmayan bir görünüşte kendiliğini yenileyebildiğini bildirmiştir. Rejenere edilmeyen bitkilerin ise 2 yıldan fazla hayatta kalamadıklarını görmüştür (Beddows, 1967).

Bazı çok yıllık çim türleri, 2 yıl boyunca kuraklıkla mücadele edebilirler, ancak uzun boylu türler kadar verimli değildirler. Kökleri toprakta yaklaşık 80 cm derinlikten su alabilmektedir (Garwood ve Sinclair, 1979).

Altın (1987) Erzurum'da sulu koşullarda yürüttüğü bir araştırmada yonca, çayır üçgülü, kılçıksız brom, domuz ayrığı ve yüksek otlak ayrığından oluşan bitki desenini yalın ve ikili-üçlü karışımlar halinde ekmiştir. Tüm karışımlarda karışıma giren bitkilerin yalın ekiminden %27 daha fazla kuru ot elde etmiştir.

Petit, Pesant, Barnett, Mason ve Dionne, (1992) yoncada toprak neminin ve sıcaklığının kalite parametrelerine etkisinin önemli olduğunu, toprakta nem arttıkça ve sıcaklık arttıkça verimin arttığını fakat kalitenin düştüğünü bildirmişlerdir.

Kılçıksız brom Kuzey Amerika'da hem serin hem de sıcak mevsim doğal çayırlarını işgal eden, uzun ömürlü, biçilerek değerlendirilen bir çim bitkisidir (Wilson 1991, Stubbendieck, Hatch ve Butterfield. 1994).

Spandl ve Hesterman (1997) yonca, kılçıksız brom ve kelp kuyruğunun karışım halinde ekildiği çalışmada karışımda yonca oranının %87 ve %96 oranlarına çıktığını, botanik kompozisyonda buğdaygil varlığının azaldığını bildirmişlerdir.

Serin, Gökkuş, Tan, Koç ve Çomaklı, (1998) yalın ve karışık ekilen yem bitkilerinin ham protein oranlarını belirledikleri çalışmalarında üç yılın sonunda ortalama olarak en fazla ham protein oranının baklagillerin yalın ekiminden elde edildiğini en az ise yalın ekilen buğdaygillerde elde edildiğini bildirmişlerdir.

Geç olgunlaşma, daha yüksek yapraklanma, daha yüksek verim, daha iyi hastalık direnci, daha geniş adaptasyon ve besleyici değer için çok sayıda domuz ayrığı çeşidi geliştirilmiştir. Büyüme özellikleri, toprak çok nemli olduğu zamanlar dışında erken ilkbahar meralarına çok uygundur. Uzun büyüme formu ve yeniden büyüme alışkanlığı, sürekli otlatmaya kıyasla rotasyonel otlatmaya daha uygun hale getirir. Otlatma sıklığı ve yoğunluğu mera gelişimini büyük ölçüde etkilemekle birlikte, rotasyonel otlatma sistemleri ile yeterli toparlanma süreleriyle, biçimle elde edilen verimlere yakın verim elde edilebilir. Çeşitli baklagiller mera için karışım haline getirilebilir. Karışımlar, daha az lezzetli olan diğer otlarla yapılırsa, seçici otlatma, meradaki domuz ayrığının daha hızlı tükenmesine neden olabilir (Hannaway vd. 1999).

*Dactylis glomerata* türü, kromozom sayısı, menşei bölgesi, mevsimsel büyüme deseni ve morfolojik özelliklerine göre sınıflandırılan birçok alttürden oluşur. Daha eski kültür türleri kuzey Avrupa'da ortaya çıkmıştır (Muyt, 2001).

Torricelli, Mazza, Schiatti ve Veronesi, (2001) 8 farklı yonca varyetesinde yaptıkları çalışmada varyetelerin ham protein oranlarının iki yıllık ortalamasının %19,99 ile %21,70 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmada ADF oranları %28,89 ile %32,29 arasında değişmiştir.

Alam, Trooien, Dumler ve Rogers, (2002) yoncada yüzey altı damla sulama ile yağmurlama sulama yöntemlerinin karşılaştırılması amacıyla yürüttükleri çalışmada üç farklı lateral aralığı ve iki farklı lateral derinliğini test etmişlerdir. Lateraller 18 ve 12 inç derinliklere (30-40 cm) yerleştirilmiş ve 60, 40 ve 30 inçlik lateral aralıkları (155, 101 ve 76 cm) belirlenmiştir. Bitki çıkışları ve verimi, 60 inç aralıkla yerleştirilen laterallerde olumsuz etkilenmiş, lateral derinliklerinin verime olan etkisi ise önemsiz bulunmuştur.

*L. perenne* 'nin yıllık minimum yağış isteği 457 ila 635 mm'dir (Thorogood, 2003).

Orak, Ateş ve Varol (2004), Macar fiğinin Tekirdağ yöresinde Mayıs ayının ikinci haftasından itibaren hızlı bir büyüme periyoduna girdiğini bildirmişlerdir.

Ankara koşullarında bazı buğdaygil ve baklagil yem bitkilerinden oluşan yapay mera kurulması üzerine yapılan bir çalışmada en fazla biyokütle veriminin yonca+kılçıksız brom karışımından, en yüksek ham protein oranının yoncadan elde edildiği görülmüştür (Albayrak ve Ekiz 2005)

Kuşvuran, Tansı ve Sağlamtimur (2005) Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyetinde sulanabilir alanlarda yonca ve bazı buğdaygil yem bitkilerinin adaptasyon kabiliyetlerini saptamak amacıyla yaptıkları çalışmada yonca ekili parsellerden araştırmanın her iki yılında da yedişer biçim yapmışlardır. Araştırmanın ilk yılında ortalama 67,67 cm bitki boyu ve 9.812,50 kg/da yeşil ot verimi elde etmişlerdir. İkinci yıl ise 78,25 cm ortalama bitki boyu ve 11.843,45 kg/da ortalama yeşil ot verimi aldıklarını bildirmişlerdir. Buğdaygil yem bitkilerinden domuz ayrığı ortalama 82,33 cm bitki boyuna ulaşmışken, kılçıksız bromda ortalama 70,60 cm bitki boyu ölçülmüştür.

Yolcu (2005) Farklı ekim şekli ve gübrelemenin yonca x kılçıksız brom karışımında ot verimine ve otun bazı özelliklerine etkilerini araştırmak amacıyla yaptığı çalışmasında çapraz, karışık ve alternatif ekim yöntemleriyle ekilen bitkilerin ham kül oranlarının sırasıyla %11,59, 11,47 ve 11,33 oranında olduğunu, ham protein oranlarının ise %19,08 ile %20,45 arasında değiştiğini bildirmiştir. Botanik kompozisyonda baklagil oranı 1. biçimde %40,40 olarak gerçekleşirken ikinci biçimde %79,70 e yükselmiştir.

Tekirdağ'da yürütülen araştırmada yoncada vejetatif gelişmenin hızlı olduğu dönemde protein oranının yüksek olduğu gelişmenin ilerlemesiyle bu oranın gerilediği görülmüştür (Bayraktar 2005).

Yem bitkilerini karışım halinde ekmenin; karışımların minimum bir baklagil bulundurması nedeniyle daha kaliteli ot üretmesi, protein ve besleme değeri yüksek ot üretilmesi, içerisinde bulunan buğdaygillerin erozyonu önlemesi, baklagillerin ise don kabarmasının önüne geçmesi, karışımların verimliliklerini uzun yıllar muhafaza etmesi, dik gelişen buğdaygillerin baklagillerde meydana gelen yatmanın önüne geçmesi gibi bazı avantajlı yönleri bulunmaktadır (Acar, Aşçı, Ayan, Mut ve Başaran, 2006).

Tessema ve Baars (2006) bazı çok yıllık buğdaygil ve baklagil yem bitkilerinin kimyasal bileşimi, kuru madde miktarı ve verim dinamiklerini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada yalın ekilen yoncanın kuru madde miktarının %93,0 oranında, ham protein miktarının %23,6 oranında, ADF miktarının %36,2 oranında, NDF miktarının %51,1 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmada kuru madde miktarları açısından karışık ekilen yonca ile yalın ekilen yonca arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmemiştir.

Diler (2007), farklı taban suyu derinliklerinin yonca bitkisinin kök gelişimine etkisini incelediği çalışmada, bitki çaplarının 1,81 ile 2,74 mm arasında değiştiğini, bitki boylarının ise en düşük 53,90 cm, en yüksek ise 75,26 cm olarak ölçüldüğünü bildirmiştir.

Erol (2007) yürüttüğü araştırmada karışımdan elde edilen yonca oranının çalışmanın iki yılında da önemli ölçüde farklılık gösterdiğini botanik kompozisyondaki yonca oranının arttığını kılçıksız brom oranının azaldığını dolayısıyla yoncanın kılçıksız brom karşı üstünlük sağladığını bildirmiştir.

Demiroğlu, Geren ve Avcıoğlu (2008), Ege bölgesinde yürüttükleri araştırmalarında en yüksek dal sayısının araştırmanın birinci yılında Bornova ve Ödemiş lokasyonlarında sırasıyla 12,08 ve 11,83, en düşük sap sayısının ise araştırmanın ikinci yılında 11,60 ve 11,00 tespit edildiğini bildirmişlerdir. En fazla sap sayısı Bacana çeşidinde (11,88) elde edilmiştir. En düşük sap sayısı (11,27) ve sap kalınlığı (3,07) Elçi çeşidinde elde edilmiştir. FG8R612 sap kalınlığı en ince (2,74) belirlenen çeşit olmuştur.

Kır ve Soya (2008) yürüttükleri çalışmada 5 farklı yonca çeşidini incelemişlerdir. Üç yıl süre ile yürütülen çalışmanın ilk yılında ortalama %17,45 oranında, ikinci yılında %19,44 oranında ve üçüncü yılında %20,14 oranında ham protein içeriği olduğunu bildirmişlerdir. Çeşitlerin ham kül oranları çalışmanın yıllarına göre sırasıyla %9,99, 10,38 ve 11,19 olarak, kuru madde oranları ise %20,95, 20,75, 20,73 olarak tespit edilmiştir.

Güngör, Başalan ve Aydoğan (2008) yürüttükleri çalışmada yonca kuru otunda ham selüloz oranının %23,37 ile 34,89 arasında, Macar fiği kuru otunda ise %29,37 ile 30,69 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Gül (2008), bazı buğdaygil yem bitkilerinin verim ve verim ögelerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada İngiliz çimi çeşitlerinin ham protein oranlarının %10,04 ile

%15,73 arasında, domuz ayrığı çeşitlerinin ham protein oranlarının ise %10,04 ile %10,91 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Turan (2010), yoncada yaptığı araştırmada yıllar ortalamasına bakıldığında ham kül oranlarının %8,8 ile %9,0 arasında olduğunu bildirmiştir. Çeşitlerin bitki boyları 67,6 cm ile 82,5 cm arasında değişmiştir. Ham protein oranlarında yıllar ortalaması alındığında %16,0 ile %16,8 arasında değiştiğini, çalışmanın ilk yılında en yüksek ham protein oranına erişildiğini bildirmiştir.

Sima, Mihai ve Sima (2010), Romanya'nın Transilvanya Bölgesinde yürüttükleri çalışmada geçici meralarda bazı çok yıllık buğdaygil ve baklagil yem bitkilerini karışım halinde ekerek botanik kompozisyon ve verim değişimlerini incelemişlerdir. Baklagil yem bitkilerinin özellikle karışımdaki oranlarının %40 dan az olduğu konularda botanik kompozisyonda artış sağladığını bildirmişlerdir.

Kazumba, Gillerman, DeMalach ve Oron, (2010) İsrail'de yonca bitkisi ile yaptıkları çalışmada 3 farklı lateral aralığı (100, 150 ve 200 cm) ve iki farklı lateral derinliği (20 ve 40 cm) uygulayarak yüzey altı damla sulama sistemi kullanmışlardır. Araştırmacılar iki yıl yürüttükleri çalışmada tüm lateral aralıklarında en yüksek verimi 40 cm derinliğe yerleştirilen lateral uygulamalarından elde edildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılara göre en yüksek WUE değerleri de 40 cm derinliğe yerleştirilen konulardan elde edilmiştir. Yapılan ekonomik analizde en yüksek net kar 40 cm lateral derinlikte 150 cm lateral aralığında elde edilmiştir.

Domuz ayrığı ot üretimi için ya da otlatma amacıyla ak üçgül, (*Trifolium repens* L.) yonca (*Medicago sativa* L.) veya çayır üçgülü (*Trifolium pratense* L.) ile karışık ekime uygundur (Sanada, Gras, van Santen, 2010).

Karadavut, Palta, Tezel ve Aksoyak (2011), sulu şartlarda yoncanın bazı fizyolojik karakterlerinin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri araştırmada 4 farklı çeşitte 367 kg/da ile 429 kg/da arasında değişen kuru madde verimi elde edildiğini bildirmişlerdir.

Çınar (2012), Çukurova yöresinde yürüttüğü çalışmasında karışık ekimde ekili alanın karışımlarda yıllar ilerledikçe yoncanın baskın hale geldiğini bildirilmiştir. Elde edilen ADF miktarları %26,7 - 40,2 arasında, ortalama %32,9 olarak bildirilmiştir. Yalın yonca en düşük ADF içeriğine (26,7) sahip iken, yalın ekilen adi yalancı darı parsellerin (40,2) en yüksek ADF içeriğine sahip bitki olmuştur. Çalışmanın 2. ve 3. yıllarında ADF ortalamaları yükselmiştir.

NDF oranları ise %38,5 ve 70,90 arasında ortalama 583 olarak tespit edilmiştir. Araştırmacının bildirdiğine göre NDF oranı da yalın ekilen yonca da en düşük (38,5) belirlenmiştir.

Yüksel (2012), yaptığı çalışmada yonca ile (*Medicago sativa* L.), çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.), domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.), çayır yumağı (*Festuca pratensis* L.) ve kılçıksız brom (*Bromus inermis* Leyss.) yalın ve ikili karışımlar halinde yetiştirmiştir. Karışımlarda yonca %20, %30 ve %40 oranlarında, buğdaygiller ise %80, %70 ve %60 oranlarında yer almışlardır. Çalışmanın ikinci verim yılında kuvvetlenen yoncanın karışım parsellerinde baskınlığını artırmış ve bütün karışımlarda üstün olan tür konumuna gelmiştir. Buğdaygiller arasında kuru otta yonca ve buğdaygil oranları bakımından yoncayla rekabette en zayıf olan türler çok yıllık çim ile birlikte çayır yumağı olurken en kuvvetli tür domuz ayrığı olmuştur. Denemenin her iki yılında da kuru otta yonca oranı karışımdaki yonca ekim oranının oldukça üzerinde gerçekleşmiştir. Karışımlarda artan yonca ekim oranına paralel olarak kuru otta yonca oranları da artış göstermiştir. En yüksek ham protein oranı yalın yonca parsellerinden %16,07 olarak tespit edilmiştir.

Ismail ve Almarshadi (2013) , su stresinin yoncada verim ve su kullanım etkinliği üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, sulama suyunun azalmasıyla yoncada yeşil ot ve kuru ot veriminde azalmanın meydana geldiğini, su kullanım etkinliği (IWUE)'nin ise arttığını bildirmişlerdir.

Adıyaman, (2014), değişik gelişme dönemlerinde biçilen yoncanın (*Medicago sativa* L.) yem değerini araştırdığı çalışmasında yeşil ot verimini en yüksek 9609,33 kg/da ile tomurcuklanma döneminde belirlemiştir. Bitkilerin olgunlaşması verimi %28 oranında azaltmıştır. Tomurcuklanma döneminde en yüksek ham protein miktarını (%19,67) gözlemlemiştir. Gelişmenin ilerlemesiyle protein oranı düşmüştür. Ham selüloz, NDF ve ADF oranları ise sırasıyla %35,79, %53,84 ve %40,30 olarak tohum bağlama döneminde en yüksek bildirilmiştir.

Genç Lermi ve Palta (2014), Bartın ekolojisindeki *Medicago polymorpha* L.'nin bazı bitkisel özellikleri üzerine yürüttükleri çalışmada ortalama bitki boyunun 57,01 cm, ana dal sayısının 4 adet ve yan dal sayısının 4 adet olduğunu bildirmişlerdir.

Gündel, Karadağ ve Çınar (2014), Çukurova yöresinde sulu koşullarda yürüttükleri çalışmada, bitki boyu ortalamasının 48,1 cm ile 86,5 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. En yüksek bitki boyunu 86,5 cm ile *Aeschymone americana*'da en kısa boyu ise *Stylosantus scabra*

cv *Caatinga* (48,1) da tespit etmişlerdir. Yoncanın bitki boyu ortalama 58,6 cm olarak ölçülmüştür.

Ünalp (2014), Aydın ilinde yürüttüğü çalışmada farklı gelişme dönemlerinde yoncanın bazı kalite parametrelerini incelemiştir. Çiçeklenme başlangıcı döneminde hasat ettiği yoncaların kuru madde oranları ortalama %22,37 oranında gerçekleşmiştir. Kuru ottaki kuru madde miktarı ise aynı dönem bitkilerden alınan numunelerde %92,08 oranında tespit edilmiştir. Araştırmada ham protein oranlarının çiçeklenme başlangıcı döneminde %18,05 olduğu bildirilmiştir. Ham kül oranları çiçeklenme başlangıcında %9,18 ile %10,95 arasında değişmiştir. NDF içerikleri çiçeklenme başlangıç döneminde ortalama %48,34, ADF içeriği ise ortalama %37,31 oranında bulunmuştur.

Tazmanya'nın Midlands bölgesindeki yoğun otlatma sistemleri için çok yıllık mera seçeneklerini değerlendirmeyi amaçlayan bir projede çok yıllık çim, domuz ayrığı, renkli brom ve kafkas yoncası gibi bitkilerin de içinde bulunduğu karışımların incelenmesinde; çok yıllık çimin ilkbaharda erken dönemlerde tesisi kurulabilen ve üretilebilen en hızlı bitki olduğu, diğer buğdaygillerden, özellikle renkli brom ve domuz ayrığı tesisinin oluşumunun daha yavaş olduğu görülmüştür. Kafkas yoncasının, ilkbaharda değil sonbaharda ekilmesinin daha uygun olacağı ve çok yıllık çimin hasat veriminde baklagil miktarı ve yüzdesine dayalı olarak baklagillere karşı oldukça rekabetçi olduğu tespit edilmiştir (Smith 2014).

*Dactylis glomerata* L. 60-150 cm yüksekliğe ulaşan, derin kuvvetli köklü, uzun ömürlü bir bitkidir. Boğumlu bitki gövdesi dik gelişir. Yaprak ayaları 30-60 cm uzunluğunda ve 5-10 mm genişliğindedir. Çiçek salkımları yoğun tek taraflı kümelerde 8-20 cm uzunluğundadır (California Invasive Plants Council [CAL-IPC], 2015).

Çok yıllık bir yem bitkisi olan kılçıksız brom hayvan beslemesinde şişkinlik yapmama ve kurağa dayanıklılığı gibi üstün özelliklere sahiptir Bunun yanında ilkbaharda erken gelişme ve otlatmaya dayanımı bir diğer arzu edilen özelliklerindedir (Ünal ve Mutlu, 2015).

Yavuz ve Karadağ (2016b) Tokat'ta yürütülen araştırmada karışık ekimlerin kalite parametrelerinin yalın halde ekilen buğdaygillerden daha yüksek olduğunu ancak çoklu karışımların kuru madde verimlerinin yalın ekimden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmada yoncanın botanik kompozisyondaki oranları; yonca + buğdaygil ikili karışımlarında % 64,27-75,74, yonca + çayır düğmesi + buğdaygil üçlü karışımlarında % 50,10-60,31 ve yonca + çayır düğmesi + iki farklı buğdaygille oluşturulan dörtlü karışımlarda ise %

38,85-50,08 arasında olduğu belirlenmiştir. En yüksek kuru madde verimini 1.166 kg/da ile yonca + çayır düğmesi + kılçıksız brom + domuz ayrığı karışımından elde etmişlerdir. Genel olarak, zaman içinde tüm karışımlardaki buğdaygil oranlarında azalma olduğu, yoncanın özellikle ikili karışımlarda oranının oldukça artarak baskın hale geldiği belirlenmiştir.

Amiraghaei (2017), farklı su uygulamalarının 7 farklı yonca çeşidinin verim kalite parametrelerine etkisini belirlemek için yaptığı çalışmada bitki boylarının yonca çeşitlerinde ortalama 58,5 cm olduğunu bildirmiştir. Çalışmada ham protein oranları %20 ile 21,2 arasında değişmiştir. Sulama uygulamalarının ham protein oranları üzerindeki etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Tam sulama yapılan konularda NDF oranı % 40,5, sulanmayan konuda ise %41,8 olarak gerçekleşmiştir. ADF oranlarında ise sulanmayan parsellerde en yüksek oran elde edilmiştir. Bu parsellerde %29,2 oranında ADF içeriği tespit edilmişken tam su verilen parsellerde %20,1 bulunmuştur.

Gökalp, Yazıcı, Çankaya ve İspirli (2017), bazı yonca çeşitlerinin ot verimi ve kalite performanslarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada yağmurlama sulama sistemiyle sulanan koşullarda 13.273 kg/da yeşil ot verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bitki boyu 78,10 cm ile 85,72 cm arasında, ana sap sayısı 7,90 - 9,40 arasında, ana sap kalınlığı ise 3,19-3,32 mm, arasında belirlenmiştir.

Farklı yonca çeşitlerinin ot verimi ve bazı kalite özelliklerini belirlemek için yapılan araştırma da çeşitlere göre iki yıllık toplam kuru ot veriminin 2.107,0 kg/da ile 4.330,5 kg/da arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Engin ve Mut, 2017).

Açıkbaş (2017), doğal vejetasyondan toplanan 15 yonca genotipi üzerine yaptığı araştırmada genotiplerin ortalama ana sap uzunluklarını 61,00 cm ile 78,39 cm arasında ana sap kalınlığının 2,82 ile 3,28 cm arasında değiştiğini bildirmiştir. En yüksek yeşil ot verimini 8.937 kg/da ile Yenişarbademli-2 genotipinde toplam 5 biçim sonrasında elde etmiştir. Araştırmacının incelediği genotiplerin ortalama ham protein oranları %19,6 dır. Kalite parametrelerinden ADF oranları ortalama %31,6, NDF oranları ise %41,2 tespit edilmiştir.

Erbeyi (2017), Bursa ilinde yürüttüğü araştırmada bazı yonca çeşitlerinin ot verimlerini ve kalite özelliklerini belirlemiştir. Çalışmada altı farklı yonca çeşidi kullanılmıştır. Hem en yüksek ham protein oranı (%22,74) hem de en düşük ham protein oranı (%20,32) Alsancak çeşidinden sırasıyla 2015 ve 2016 yıllarında elde edilmiştir. ADF oranları da aynı çeşitte aynı yıllarda %21,55 ile en düşük ve %30,12 ile en yüksek oranlarda tespit edilmiştir. NDF oranları



2015 yılında %36,69 ile 40,64 arasında, 2016 yılında %38,07 ile 41,87 arasında bulunmuştur. 2015 yılında ortalama ana sap uzunluklarının 52,26 cm ile 59,20 cm arasında, 2016 yılında ise 49,71 ile 61,36 cm arasında değiştiği bildirilmiştir. Ana sap kalınlıkları çalışmanın ilk yılında 2,38 mm ile 2,87 mm arasında, ikinci yılında 2,90 mm ile 3,43 mm arasında tespit edilmiştir.

Cabot, Brummer, Gautam, Jones, ve Hansen (2017), sezon içerisinde çeşitli su kısıtlarının yoncanın verim ve kalitesine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında 1. biçimden sonra sulamayı kestikleri, 2. biçimden sonra sulamayı kestikleri konu ve tamamen suladıkları konu olmak üzere üç farklı su rejimini denemişlerdir. Araştırmacılar çalışmanın sonunda tamamen sulanan parsellerden %33,9 oranında, 2. biçimden sonra sulamanın kısıtlandığı parsellerde %31,0, 1. biçimden sonra sulamanın kısıtlandığı parsellerden ise %27,9 oranında NDF içeriği elde edildiğini, sulama miktarının azalmasıyla NDF içeriğinin arttığını bildirmişlerdir.

Okuyucu (2018), üç farklı dönemde hasat edilen yonca silajının yem değerlerini incelemiş ve hemiselüloz içeriğinin çiçeklenme başlangıcı döneminde hasat edilen bitkilerde %13,35, selüloz oranının ise %31,35 oranında olduğunu bildirmiştir.

Gökkaya (2019), yoncada yürüttüğü çalışmada, araştırmanın ilk yılında %10 çiçeklenme döneminde bitki çapının 1,25 mm, %50 çiçeklenme döneminde ise 1,67 mm olarak belirlendiğini bildirmiştir. Araştırmada bitki boyları %10 çiçeklenme döneminde ortalama 75,64 cm, %50 çiçeklenme döneminde ise 74,34 cm olarak belirlenmiştir.

Mutlu (2019), yoncada değişik hasat zamanlarının verim ve kalite üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasında; bitki boyu, birim alandaki sap sayısı, bitkide sap sayısı değerlerini sırasıyla 34,0, 41,4, 57,3, 81,9, 83,1 cm; 553,3, 567,1, 484,0, 567,8, 48,9 adet/m<sup>2</sup>; 5,0, 4,9, 4,3, 5,4, 4,8 adet/bitki olarak belirlendiğini bildirmiştir. Yeşil ot ve kuru ot verimleri biçim zamanlarına göre sırasıyla 2.892,5, 3.460,8, 4.129,7, 4.732,2, 4.275,7 kg/da; 605,8, 737,0, 1.028,9, 1.227,1, 1.187,2 kg/da olarak elde edilmiştir. Biçim zamanlarına göre ham protein oranları sırasıyla %25,5, %25,0, %23,5, %22,0, %21,6 olarak tespit edilmiştir. En düşük ADF ve NDF Bilensoy, Gözlü, Elçi ve Gea çeşitlerinde sırasıyla %33,3, 33,0, 33,0, 32,2, 47,7, 47,6, 47,5, 46,5 olarak belirlenmiştir.

Tenikecier (2019), bazı koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) çeşitlerinde yürüttüğü çalışmada; farklı zamanlarda ekilerek üretilen koca fiğ yeşil otu ve kuru maddesi içeriğinde bulunan makro ve mikro besin elementlerinin yıllara ve çeşitlere bağlı olarak değişkenlik

gösterdiğini bildirmiştir. Fotosentezde etkin rol oynayan klorofilin vejetasyon süresinin kısılmasıyla daha genç bitkilerde daha fazla bulunduğu, stres koşulları altında azalan yaprakçık sayısı nedeniyle koca fiğın yaprakçıklarını büyüttüğü ve bu sayede transpirasyon kapasitesini arttırarak, bitkinin kendisini soğutarak fotosentez yapmaya devam etmesini sağlamak amacıyla stoma sayısını arttırdığı belirlenmiştir.

Keskin, Temel ve Eren (2020), bazı yonca çeşitlerinin ot verimlerinin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada, Başbağ, Kayseri, Gea, Elçi, Magna 601, İside, Savaş, Magnum V, Ezzeline, La Bella, Plato, Giulia, Prosementi, La Torre, Bilensoy 80, Queen, Sunter Emiliano, ve Gacer çeşitlerinin yaş ot verimi, bitki boyu, kuru ot oranı ve kuru ot verimlerini incelemiştir. Araştırmada yonca çeşitlerinden 3 yıllık sonuçlarına göre, 66,7–80,2 cm bitki boyu, 3.966,0–6.180,4 kg/da yaş ot verimi ve 979,7-1586,7 kg/da arasında kuru ot verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Özkurt ve Karadağ (2020), değişik sıra arası mesafelerin ve ekim normlarının yoncanın verimine etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada ilk yıl ana sap dal sayısını 9,1, 2.yıl 10,1 olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılara göre tesis yaşının ilerlemesi sonucu meydana gelen seyrekleşme bitkilerin yaşam alanını genişlettiğinden yan dal sayısında artış meydana gelebilir.

Turan ve Seydoşoğlu (2020), yalın ve farklı oranlarda yonca, korunga ile İtalyan çimi hâsıllarının silaj ve yem kalitesine etkisini araştırdıkları çalışmalarında silajlara ait ortalama ADF oranının %33,07, NDF oranının ise %45,46 olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre saf yoncadan elde edilen silaj kalitesinin diğer yalın ve karışımlara göre daha üstün olduğu saptanmıştır.

## **2.2. Kök Gelişimi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar**

Weaver (1926), yoncanın derinlere inen tek bir kazık köke sahip olduğunu ve bu kazık kökün etrafında sayısı çok fazla değişkenlikler gösteren yan köklerin bulunduğunu bildirmiştir. Araştırmacı ilk ekim yılında 63 günlük yoncanın köklerinin 150 cm derinliklere indiğini, toprağın üst katmanlarında çok fazla dallanmanın olmadığını derinlere indikçe dallanmanın arttığını tespit etmiştir. Çalışmanın ikinci yılında ikinci yaşına gelmiş olan bitkilerde 45 cm derinlikte genellikle kalınları 1 mm den ince fakat çok sayıda yan kök olduğu görülmüştür.

Manga (1968), sulama rejimlerinin kök gelişimine ve dağılımına önemli derecede tesir ettiğini bildirmiştir. Yaptığı çalışmada toprağın 20-50 cm derinliğindeki faydalı nem miktarı %50 oranında iken sulanan parsellerden gövde ağırlığına paralel olarak en fazla kök elde edilmiştir. Kök dağılışında ise sulama derinliklerinin sulama seviyelerinden daha etkili olduğu, toprağın ilk derinliğinde (0-20 cm toprak tabakası) sulama derinliği arttıkça meydana gelen kök oranında azalma olmasına karşın, diğer katmanlarda (20-50, 50-80 cm) sulama derinliği arttıkça meydana gelen kök oranı da artış göstermiştir.

Abdul-Jabbar, Sammis, ve Lugg (1982), yonca kök kütlesi ile toprak nem seviyesi arasında bir ilişki olduğunu ve en yüksek nem seviyelerinde en yüksek kök yoğunluğunun bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılara göre farklı sulama seviyelerinde en fazla kök yoğunluğu toprağın 45 cm'lik derinliğinde bulunmaktadır.

Minirhizotron gözlem tüpleri cam, polikarbonat, fleksiglas vb malzemelerden yapılmaktadır ancak en yaygın olarak kullanılanları şeffaf plastik sert borulardır (Wang, Burch, Mou, Jones ve Mitchell, 1995) .

Minirhizotronlar kök sistemi formunu ve işlevini anlamak için yararlı araçlar olarak ortaya çıkmıştır. Çok çeşitli ekosistemlerde üretim, fenoloji ve dağılım gibi kök ekolojisinin birçok yönünü anlamamıza yardımcı olmuştur. Son birkaç yılda minirhizotronlarla ilişkili teknoloji önemli ölçüde ilerlemiştir. Özellikle, optik ve elektronik alanındaki gelişmeler, minirhizotronlarla toplanabilecek verilerin hem miktarını hem de detayını büyük ölçüde arttırmıştır (Hendrick ve Prgitzer, 1996).

Goins ve Russelle (1996), toprağın 10, 20 ve 40 cm derinliğine yerleştirilen minirhizotron tüpleriyle yoncanın kılcal kök üretimi ve kök kayıplarını incelemek amacıyla yürüttükleri çalışmada toprağın ilk 20 cm lik tabakasında bulunan kılcal köklerin yarısından fazlasının ilk 7 haftalık süreçte üretildiğini ve ilk büyüme mevsimi sonunda en yüksek kılcal kök ölüm oranının %48 lik oranda yine bu en üst tabakadaki köklerde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. En az kök ölümü ise 40 cm'de gerçekleşmiştir. Özellikle ilk biçime kadar kök ölümlerinde önemli bir azalma olurken ilk hasattan sonra 10-20 cm derinlikte belirgin bir kök kaybı yaşanmıştır.

Minirhizotron tüpleri zemine dik veya açılı yerleştirilebilir. Bu açının 30-45° olması yaygındır fakat farklı açılarda kullanılmaktadır (Johnson, Tingey, Phillips ve Storm, 2001)

Bai ve Li (2003), yaptıkları çalışmada yoncanın çiçeklenme sonrasında su ihtiyacının gittikçe arttığını, 0-30 cm derinlikte toprak nem ihtiyacının karşılanması durumunda kökler tarafından en fazla nem alınmasının bu bölgede gerçekleştiğini, bitki gelişimiyle birlikte ikinci en yüksek değerlerin 40-80 cm derinlikte görüldüğünü bildirmişlerdir. Sulama suyunun yetersiz olduğu konularda ise su alım bölgesinin 30-90 cm derinliğe indiğini gözlemlemişlerdir. Araştırmacılara göre yonca kökleri genel olarak nem içeriği uygunsa üst bölgelerde bulunmakta aksi takdirde nemin daha yüksek olduğu yerlere doğru hareket etmektedir.

Bitkilerde kuraklığa karşı direnç mekanizmaları kurumamanın ertelenmesi ve kurumaya karşı tolerans şeklinde yüksek ve düşük su potansiyellerine tolerans ifadesiyle sınıflandırılabilir. Kurumayı erteleyenler ise suyu harcamayanlar ve suyu harcayanlar olmak üzere ikiye ayrılır. Suyu harcamayanlar onu koruyarak kullanır ve bunu yaşamlarının sonraki dönemlerinde kullanmak üzere toprakta muhafaza ederler. Suyu harcayanlar ise aşırı miktarda su kullanırlar. ABD'nin güney batısında yarı kurak otlaklarda kökü çok derinlere giden meskit ağacı aşırı su kullandığında tarımsal değeri olan çimlerin o alana yerleşmesini önlemiştir (Taiz ve Zeiger, 2008).

Orta şiddetli su kıtlığı kök sisteminin gelişimini etkiler. Bitkilerde sürgünler köklerden gelen suyun büyümeye izin verdiği noktaya kadar gelişirken, kökler fotosentez ürünleri bu organların gereksinimini karşılayana kadar büyür. Yaprak gelişimi su alımının azalmasından hemen etkilenirken fotosentez daha az etkilenir. Bunun sonucunda yaprak genişlenmesinin engellenmesiyle karbon ve enerji tüketimi azalır ve bitkinin özümlediği maddelerin büyük bir kısmı köklere gider. Kuraklık kök uçları turgorunun kaybolmasına ve tüm bunların sonucunda köklerin toprakların nemli bölgesine ulaşmasını sağlar (Taiz ve Zeiger, 2008).

Topraktaki kökleri incelemek için şeffaf “duvarlar” kullanan tesislere rhizotron adı verilir (Böhm, 2012).

Al-Mosanif, Vejražka, Jůzl, ve Drápal (2013), iki farklı sıra arası mesafenin yoncanın kök sistemi gelişimine etkisini gözlemek amacıyla yaptıkları çalışmada kök sisteminin en yüksek değerlere yoncanın ikinci yılında üçüncü biçimde ulaştığını bildirmişlerdir.

Kök sistemlerini, toprağın içine gizlendiklerinden araştırmak için özel teknikler gereklidir. Geleneksel olarak, bu köklere erişmek için kaplama, kanal açma ve kazı gibi yıkıcı teknikler kullanılmıştır. Daha yakın zamanda, rizosfer içindeki köklerin doğrudan ve tekrarlı gözlemlerine izin vermek için rizotronlar ve minirhizotronlar gibi tahribatsız teknikler

geliştirilmiştir. Gözlem tüplerinin içinden kök görüntülerini yakalamak için çeşitli cihazlar kullanılmaktadır, fakat tarayıcı tabanlı minirhizotron sistemi gözlem tüplerin 360 ° görüntüsünü alabilir, böylece tüm toprak profilini kaydedebilir (Rewald ve Ephrath, 2013).

Elde edilen görüntüler görüntü analiz için geliştirilen yazılımlar sayesinde analiz edilebilmektedir (Lobet 2017; Lobet, Draye ve Périlleux 2013).

Bitki kökleri nemli topraklarda dikkat çekecek derecede gelişme gösterirler. Köklerin gelişmesine olanak veren suyun toprakta en yüksek derecede bağlanma gücü üzerinde bilinenler sınırlıdır. Genelde solma noktasının altında bulunan kuru topraklarda kök sistemi gelişmez. Kök sisteminin büyük bir bölümü kuru toprakta ve az bir bölümünde nemli toprakta bulunan kimi bitkilerin belli koşullar altında gelişmelerini sürdürdükleri saptanmıştır. Böyle durumda nemli toprak içerisinde gelişen bitki kökleri tarafından alınan su kuru toprak kesimindeki köklere taşınmaktadır. Su stresinde bitkilerin toprak üstü ve toprak altı organlarının gelişmesi önemli derecede etkilenir. Tepe organları, özellikle yapraklarındaki gelişme azalır ve bu organlarının gelişmesinde kullanılan su köklerin gelişmesinde kullanılmaya başlayarak köklerin derinlere doğru uzaması sağlanır (Kaçar, 2015).

Wang, Jiao, Guo, Lu, Bai, ve Wang (2018), 2015 ve 2016 yıllarında kurak bir çöl alanında sığ yüzey altı damla sulamanın (SSDI) uygulanabilirliğini araştırmak için yaptıkları tarla denemelerinde üç tekrarlı ve lateral borularının yüzey altı derinlikleri için 5, 10 ve 20 cm olmak üzere üç farklı derinlik olduğu bir deneme deseni tasarlamışlardır. Köklerin yüzey altı damla sulamanın (SDI, 20 cm'de gömülü derinlik) toprak neminin dikey dağılımına bağlı olarak 0-60 cm'de yoğunlaştığını, SSDI'nin (5 ve 10 cm'de gömülü derinlik) ise 0-30'da yoğunlaştığını bildirmişlerdir. Yoncanın klorofil içeriği ve su tüketim yoğunluğu, kurak çöl koşullarında önce artmış, sonra azalmıştır.

Liu, Wan, Nie, ve Li (2020), yarı kurak alanlarda kurulan yapay meralarda bitki köklerinin morfolojik özelliklerini ve toprakların infiltrasyon kapasitelerine etkilerini incelemişlerdir. Beş farklı bitki türünde gerçekleştirdikleri çalışmada kök yoğunluklarına göre bitkileri kaba nane (*Mentha suaveolens*), yonca (*Medicago sativa*), dallı darı (*Panicum virgatum*), kılçıksız brom (*Bromus inermis*), çin kamış otu (*Miscanthus sinensis*) olarak sıralamışlardır. Araştırmada bitki kök sistemlerinin yoğunluğu toprak derinliği ile birlikte azalmıştır. Kök yoğunluğunun yüksek olduğu toprak katmanlarının infiltrasyon hızı üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Liu, Guo, Huang, López-Vicente ve Wu (2020), su stresi altında bitki köklerinin morfolojik ve fizyolojik olarak değişiklere uğrayacağını, toprakta su açığı arttıkça bitkilerin kök uzunluğunu, kök yüzey alanını arttırabileceğini ve ihtiyaç duyduğu neme ulaşmak için kök çapını azaltabileceğini bildirmiştir. Yaptıkları çalışmada yoncanın şiddetli su stresi altında kök çapları azalmış, nem dalgalanmalarına tepki olarak kök hacmi ve kök yüzey alanı artmıştır. Nem oranının azalmasıyla yan köklerin sayısının artmasının, bitkinin hayatta kalabilmek için önemli bir hayatta kalma stratejisi olduğunu belirtmişlerdir.

### **2.3. Su Tüketimi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar**

Toprak yüzeyinin altında suyu direkt olarak kök bölgesine uygulayan ve toprak yüzeyinden buharlaşmayı en aza indiren yüzey altı damla sulama sistemlerinin kullanımı su tasarrufu sağlamak için de tercih edilmiştir (Camp, 1998).

Smith, Beck, Peairs ve Brown (1999), yoncanın kurağa nispeten toleranslı olduğunu ancak ot verimi ile sulama arasında önemli bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Selenay ve Kadayıfçı (1999), Ankara koşullarında tartılı lizimetre ile gerçekleştirdikleri çalışmada yoncanın bitki su tüketimini ölçmüşlerdir. Toprağın 120 cm derinliğinde faydalı nem kapasitesinin %50 tüketildiğinde toprak nemini tarla kapasitesine tamamlamak suretiyle yaptıkları sulamalar neticesinde denemenin birinci yılında 1.484,3 mm, ikinci yılında ise 1.671,0 mm sulama suyu uygulamışlardır.

Yüzey altı damla sulama sistemlerinde toprak dokusu, kültürel uygulamalar, ürünler ve ekonomik durum, damla sulama lateral hatları arasındaki mesafeyi etkileyecektir. Kumlu topraklar genellikle killi topraklardan daha yakın bir aralık gerektirir. Kumlu topraklarda 75 cm lateral aralığı ile yapılan sulamalarda, mera ve yem bitkilerinde iyi sonuçlar elde edilmiştir. Lateraller genellikle yem bitkileri için 30 ila 50 cm derinliğinde gömülmüştür. Yüzey altı damla sulamanın avantajlarından biri, hasat esnasında sulama işleminin devam edebilmesidir; bu da verimliliği ve kaliteyi artırır (Enciso, Porter, Fipps ve Colaizzi 2004).

Damla sulama en verimli sulama sistemlerinden biri olarak kabul edilir. Geleneksel damla sulama sistemlerine alternatif olarak, toprak yüzeyinin altına da monte edilebilir. Son yıllarda plastik teknolojisindeki ilerlemelerin bir sonucu olarak daha uygun ve uzun ömürlü hale getirilen yüzey altı damla sulama ekipmanlarının kullanımında artış meydana gelmiştir (Provenzano, 2007).

Evren (2015), Erzurum koşullarında tartılı lizimetre ile yoncanın su tüketimini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada; ortalama ve maksimum günlük su tüketiminin 4,69 ile 9,76 mm olduğunu, mevsimlik su tüketiminin ise ortalama 1003,77 mm olduğunu bildirmiştir. Araştırmada en yüksek aylık su tüketimi 230,94 mm ile 2014 yılının temmuz ayında gerçekleşmiştir.

Li ve Su (2017), yoncada ETc'nin %100 'ü %66'sı ve %33'ünü göz önüne alarak yaptıkları sulama uygulamaları sonucunda azalan sulama suyu miktarıyla yem veriminin azaldığını, WUE ve ham proteinin arttığını gözlemlemişlerdir. Mevsimsel ortalama ETc ve kuru ot verimi, farklı sulama seviyelerinde sırasıyla 412 mm ile 809 mm ve 11.577 ile 18.636 kg/ha arasında değişmiştir. Her iki yılda da tüm uygulamalarda en yüksek verim, kış sulaması ve en uzun büyüme dönemi nedeniyle ilk büyüme döneminden elde edilmiştir. Daha az sulama koşullarında yetiştirilen parseller, büyüme dönemi boyunca yağış miktarındaki değişkenlik nedeniyle, ETc ve verimde daha yüksek değişkenliğe sahip olmuştur. Uygulamaların mevsimsel ortalama WUE değeri 22,78 ile 26,84 kg/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir ve en yüksek WUE ilk büyüme periyodunda elde edilmiştir. Mevsimsel ortalama ham protein içeriği %18,99 ile %22,99 arasında değişmiştir.

Avcı (2019), yoncada yürüttüğü çalışmada, 2011 yılında bitki su tüketimi değerlerinin 1.185,50 mm ile 1.338,98 mm arasında 2012 yılında ise 1.255,70 mm ile 1.494,70 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Bitki materyalindeki kül içerikleri 2011 yılında %9,08 ile 15,96 arasında 2012 yılında %8,67 ile 26,49 arasında değişmiştir.

Yelsiz (2019), Isparta'da yürüttüğü çalışmada Bilensoy yonca çeşidine beş farklı su düzeyi (I100, I75, I50, I25, I0) uygulanmıştır. %100 sulama yapılan uygulamada bitki su tüketiminin 839,1 mm olduğunu bildirmiştir. Sulanmayan konuda 1.522,6 kg/da kuru ot verimi elde ederken, tam sulama yapılan konuda 2.819,5 kg/da kuru ot verimi elde etmiştir. Ham protein oranları %18,6 ile 20,7 arasında değişmiştir. 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. 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.

Salbaş ve Erdem (2020), Trakya Bölgesi koşullarında farklı damla sulama uygulamalarının ayçiçeği bitkisinin su kullanımı ile verim ve gelişme parametrelerine etkisini araştırdıkları çalışmada artan su miktarı ve elde edilen dane verimleri arasında ilişkiyi belirlemek için hesaplanan IWUE ve WUE değerlerine göre az sulama suyu uygulanan deneme konularının ön plana çıktığını bildirmişlerdir.

Djaman, Smeal, Koudahe ve Allen (2020), yarı kurak iklimlerde farklı sulama uygulamalarının yoncanın verimi ve su kullanım etkinliğine etkisini tespit etmek amacıyla yaptığı çalışmada yoncanın mevsimlik su tüketiminin çalışmanın birinci yılında 711-1.171 mm arasında, ikinci yılında ise 328 ile 1.100 mm arasında değiştiği bildirmişlerdir.

Liu, Wang, Mu, Xu ve Yang, (2021), salma sulama ve yüzey altı damla sulama sistemi olmak üzere iki farklı sulama yöntemiyle yedi farklı su düzeyinin yoncanın verim ve kalite performansı üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında yüzey altı damla sulamanın, yonca üretimi için salma sulamadan daha yüksek sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) gösterdiğini bildirmişlerdir.

#### **2.4. Ekonomik Analiz ile İlgili Yapılmış Çalışmalar**

Özkan (1997)'ın bildirdiğine göre kısmi bütçeleme işlemi; ortalama verim, brüt üretim değeri, gübre ve gübreleme masrafları, toplam değişir masraflar ve net gelir işlemlerini kapsamaktadır. Önce verimler ürün fiyatı ile çarpılarak brüt üretim değerleri bulunur. Daha sonra bulunan brüt üretim değerlerinden toplam değişen masraflar çıkarılarak net gelire ulaşılır.

Heard vd. (2012), Avusturalya'da çok yıllık meralarda ve yem üretim alanlarında yüzey altı damla sulama sisteminin ekonomikliğini araştırdıkları çalışmada 10 yıllık indirgenmiş net kâr analizi yapmışlardır. Araştırmacıların bildirdiğine göre; yalnızca meraya dayalı tüketimde önemli bir artışın elde edildiği durumlarda, çok yıllık meralar için yüzey altı damla sulama sisteminin kârlılığı önemli ölçüde yüksek olabilecektir. Yatırımın çeşitli ek yonca kullanma (saman ve silaj için) ve su tasarrufu kombinasyonlarına duyarlılığı, yonca ot/silaj üretim sistemi için SDI kurulumunun 3 ton kuru madde/ha/yıl'a eşdeğer kombinasyonlar olması durumunda kârlı bir yatırım olabileceğini göstermektedir. 400\$/ton kuru madde değerinde, %30 su tasarrufu ile birleştirilen ve 10 yıl boyunca her yıl 150\$ değerinde yonca elde edilebilir. Böyle bir sistemin kurulması ile ilgili sermaye maliyeti, bu teknolojinin şu anda benimsenmesinin fizibilitesini sınırlamaktadır. Nicelleştirmek için daha fazla araştırma gereklidir.



Ottman ve Putnam (2017)'ın bildirdiğine göre yoncada eksik sulamanın karlılığı; verime, uygulanan su miktarına ve yem değerine bağlıdır. Bitkinin ihtiyaç duyduğundan daha az su verilmesi maliyetlerle birlikte verimi de azaltacaktır. Yem fiyatları yıllık bazda değişimler gösterebilir. Genellikle dalgalı bir haldedir. Bunun yanında sulama maliyetleri de yıl içerisinde değişebilir. Yonca yetiştiriciliğinde diğer önemli masraf kalemleri ise gübreleme, yabancı ot kontrolü ve zararlılarla mücadele ile hasat masraflarıdır.

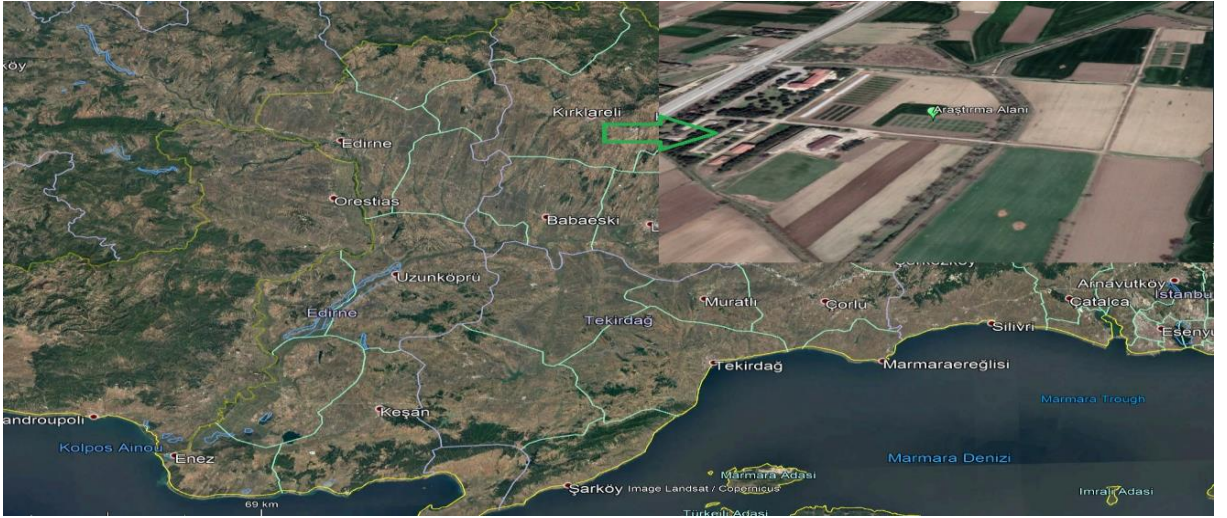
Montazar, Bali, Zaccaria ve Putnam (2018), yonca üretimi için yüzey altı damla sulamanın (SDI) uygulanabilirliğini değerlendirdikleri çalışmada SDI'nın yonca otu üretimi, su dağıtım homojenliği, bitki su tüketimi, su verimliliği, kemirgen sorunu ve yönetimi, tuzluluk kontrolü, münavebe ve sistem karlılığı üzerindeki etkisi üzerine kapsamlı bir analiz yapmışlardır. Sonuçların, SDI'da sırasıyla %27,0, %3,0 - 6,30 ve %20'lik ortalama bir artışla salma sulamaya kıyasla daha yüksek yem verimi, bitki su tüketimi ve su üretkenliğini gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu sulama teknolojisinin kullanılmasının, yonca üretimi için yüksek karlılık potansiyeline sahip olsa da, toprak tuzluluğu ve kemirgen sorunlarının yönetiminin önemli konular olduğunu belirtmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırma Yerinin Coğrafi Konumu

Araştırma Marmara Bölgesinin kuzeyinde Kırklareli şehir merkezinin 4 km güneyinde 41.7010 kuzey enlemi, 27.2098 doğu boylamı koordinatında kalan Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü arazisinde yürütülmüştür (Şekil 3.1, Şekil 3.2).



Şekil 3.1 Araştırma yerinin coğrafi konumu



Şekil 3.2 Araştırma alanından bir görüntü

### 3.1.2. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü Kırklareli ili Marmara bölgesinin Trakya yöresinde yer almaktadır. Yörede Yıldız dağlarının kuzeye bakan bölümlerinde Karadeniz iklimi, denize uzak iç kesimlerde ise karasal iklim görülmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü il merkezi her mevsim yağış almaktadır. Araştırma yerinin uzun yıllar iklim verileri Çizelge 3.1’de ve araştırmanın yürütüldüğü 2019-2020 yıllarına ait iklim verileri Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arazisi içerisinde bulunan meteoroloji istasyonlarından elde edilerek Çizelge 3.2’de verilmiştir. Çizelgelerden görüleceğe üzere yıllık ortalama yağış 583,6 mm’dir. En yüksek sıcaklık ortalamaları Temmuz-Ağustos aylarında görülmektedir. En düşük yağış alınan aylarda yine bu aylar olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 3.1 Araştırma yerine ait uzun yıllar iklim verileri

KIRKLARELİ (1959 -2019)	Oc.	Şb.	Mar.	Nis.	May.	Haz.	Yıl
Ort. Sıcaklık (°C)	2,7	3,9	6,8	12	17,1	21,4	13,2
Ort. En Yük. Sıc. (°C)	6,7	8,4	12,1	17,9	23,5	28	18,8
Ort. En Düş. Sıc. (°C)	0	0,8	2,9	7,1	11,6	15,5	8,7
Ort. Yağışlı Gün Sayısı	11,2	9,2	9,3	10,2	10	8,6	98,8
Ayl. Top.Yağ.O.(mm)	64,7	49,7	50,3	43,6	50,1	51,3	583,6
En Yüksek Sıc. (°C)	18,6	23,1	25,7	31,5	36	40,4	42,5
En Düşük Sıc.(°C)	-15,8	-15	-11,8	-3	1,4	5,8	-15,8
	Tem.	Ağu.	Eyl	Eki.	Kas.	Ara.	Yıl
Ort. Sıcaklık (°C)	23,7	23,5	19,2	13,9	9,1	4,9	13,2
Ort. En Yük. Sıc. (°C)	30,6	30,5	26,1	19,8	13,7	8,6	18,8
Ort. En Düş. Sıc. (°C)	17,7	17,6	13,9	9,7	5,8	2,1	8,7
Ort. Yağışlı Gün Sayısı	4,9	3,6	4,9	7	8,6	11,3	98,8
Ayl. Top.Yağ.O.(mm)	28,9	21,8	33,6	52,8	66,3	70,5	583,6
En Yüksek Sıc. (°C)	42,5	40,4	38,8	37,4	28,9	21,6	42,5
En Düşük Sıc.(°C)	8,8	8,7	3	-3,4	-7,2	-11,1	-15,8

Çizelge 3.2 Araştırma yerinin 2019 ve 2020 yıllarına ait iklim verileri

Yıl	Aylar	Ort. Sıc. (°C)	Ort. Mak. Sıc. (°C)	Ort. Min. Sıc. (°C)	Yağışlı Gün Sayısı	Yağış (mm)
2019	Ocak	4.23	14.98	-9.93	16	111.1
	Şubat	5.37	18.37	-4.89	7	27
	Mart	9.05	22.20	-2.14	3	4.2
	Nisan	11.55	24.70	-0.49	18	120.9
	Mayıs	18.49	31.28	5.85	18	48.6
	Haziran	25.29	35.08	12.00	3	22
	Temmuz	25.39	37.49	12.34	8	63.9
	Ağustos	26.70	35.83	12.74	3	20.4
	Eylül	21.68	32.57	7.10	5	16.8
	Ekim	16.21	23.59	6.65	12	71.9
	Kasım	14.24	24.30	4.99	11	36.8
	Aralık	7.77	17.74	-1.21	20	26.6
2020	Ocak	3.58	15.89	-6.01	11	35.9
	Şubat	6.19	17.77	-6.62	9	31
	Mart	9.16	22.06	-3.13	9	19.3
	Nisan	10.88	26.12	-0.12	6	42.1
	Mayıs	17.05	33.05	4.89	11	61.6
	Haziran	20.83	32.37	9.73	15	111.3
	Temmuz	24.27	35.08	12.58	0	0
	Ağustos	24.73	36.71	14.09	1	2.6
	Eylül	22.32	36.16	11.66	4	7.8
	Ekim	17.73	38.07	8.47	6	40.4
	Kasım	9.83	22.50	-0.66	1	0.4
	Aralık	13.00	26.12	-0.12	10	67.6

### 3.1.3. Araştırma Yerinin Tarımsal Yapısı

Kırklareli ili yaklaşık 650 bin hektar yüz ölçümüne sahiptir. Yüz ölçümün %36,43'ünü tarım alanları, %5,50'sini çayır-mera alanları oluşturmaktadır. Tarım alanları içerisinde tarla arazilerinin oranı %98'dir. Bu alanın %51,0'ini buğday, %32,0'sini ayçiçeği, %7,5'ini ise yem bitkileri oluşturmaktadır (TÜİK, 2020). Araştırmanın yürütüleceği Kırklareli ilinde belli başlı ürünlere ait 2019 yılı ekim alanları ve üretim miktarları Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3 Kırklareli ilinde bazı ürünlere ait 2019 yılı ekim alanları ve üretim miktarları

Ürün	Ekim Alanı (da)	Verim (kg/da)	Üretim miktarı (ton/yıl)
<b>Ekmeklik Buğday</b>	1.187.839,00	393,00	467.149,00
<b>Mısır (Dane)</b>	28.797,00	897,00	25.844,00
<b>Arpa</b>	58.273,00	393,00	22.924,00
<b>Kanola</b>	37.000,00	375,00	13.875,00
<b>Yağlık Ayçiçeği</b>	740.511,00	285,00	210.930,00
<b>Çeltik</b>	21.093,00	841,00	17.745,00
<b>şeker Pancarı</b>	15.065,00	5.308,00	70.156,00
<b>Fiğ (Yaygın)</b>	2.010,00	1.291,00	2.594,00
<b>Fiğ (Macar)</b>	28.354,00	1.517,00	42.999,00
<b>Yonca (Yeşil ot)</b>	17.250,00	1.924,00	33.182,00
<b>Korunga (Yeşil ot)</b>	200,00	1.150,00	230,00
<b>Yulaf (Yeşil ot)</b>	2.650,00	1.357,00	3.595,00
<b>Triticale (Yeşil ot)</b>	6.050,00	1.202,00	7.275,00
<b>Mısır (Silaj)</b>	107.650,00	4.677,00	503.525,00
<b>Buğday (Yeşil ot)</b>	4.291,00	1.296,00	5.561,00
<b>Çavdar (Yeşil ot)</b>	850,00	1.276,00	1.085,00
<b>Yem Bezelyesi</b>	2.970,00	1.591,00	4.725,00

### 3.1.4. Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri

Araştırma yeri ve araştırma parsellerinin kurulduğu alan topoğrafik olarak düz bir yapıdadır. Araştırma alanının topraklarının içerikleri Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5'te verilmiştir. Buna göre toprak katmanının 0-90 cm arası derinliği kumlu-tın, 90-120 cm arası derinliği ise kumlu-killi-tın bünyeye sahiptir.

Çizelge 3.4 Araştırma alanının topraklarına ait fiziksel analiz sonuçları

Derinlik (cm)	Bünye Analizi			Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	Hacim Ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )	Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesi 0-90 cm (mm)
	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)				
0-30	54,48	27,97	17,55	21,91	11,95	1,78	53,19
30-60	58,65	23,80	17,55	20,75	16,86	1,79	20,89
60-90	60,73	19,63	19,63	22,13	15,04	1,75	37,22
90-120	56,57	17,55	25,88	26,82	20,05	1,76	

Çizelge 3.5 Araştırma alanının topraklarına ait kimyasal analiz sonuçları

Derinlik	Satur.	Kil	Silt	Kum	Bünye	pH	EC	Kireç	Org. Mad
0-30	46	17,55	27,97	54,48	Kumlu-tın	7,56	558	8	1,22
30-60	41	17,55	23,8	58,65	Kumlu-tın	7,57	520	7	0,85
60-90	40	19,63	19,63	60,73	Kumlu-tın	7,52	639	2	0,66
90-120	52	25,88	17,55	56,57	Kum-kil-tın	7,49	803	1,5	0,55
Derinlik	P	K	Mn	Zn	Cu	Fe	Ca	Mg	Kil
0-30	12,69	59,78	7,658	1,364	4,32	11,76	5478,77	153,46	15,47
30-60	11,77	37,91	7,618	1,132	3,82	11,352	5146,27	135,57	17,55
60-90	6,92	38,98	6,424	0,93	1,70	9,19	5281,61	214,36	17,55
90-120	4,85	44,32	5,132	0,77	1,32	10,738	5737,66	406,65	27,97

### 3.1.5. Araştırmada Kullanılan Sulama Suyunun Özellikleri

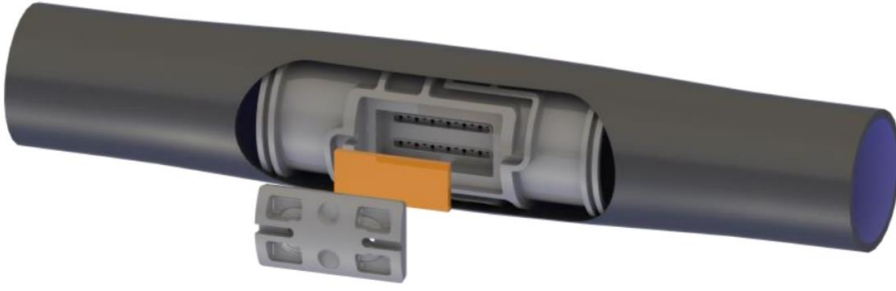
Araştırmada Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü arazisi içerisinde bulunan derin kuyudan sağlanan su kullanılmıştır. Kullanılan sulama suyuna ait bazı kimyasal özellikler Çizelge 3.6 da verilmiştir. Buna göre sulama suyu T<sub>3</sub>A<sub>1</sub> sınıfında yer almaktadır.

Çizelge 3.6 Araştırmada kullanılan sulama suyuna ait bazı kimyasal özellikler

pH	EC (dS m <sup>-1</sup> )	Na	K	Ca+Mg	Cl	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	SAR	Sulama Suyu Sınıfı
		me/l								
7,05	0,912	1,74	0,13	7,81	2,11	-	5,89	1,68	0,88	T <sub>3</sub> A <sub>1</sub>

### 3.1.6. Araştırmada Kullanılan Yüzey Altı Damla Sulama Sisteminin Özellikleri

Sulama sisteminin denetim biriminde; kum çakıl filtre, disk filtre, manometre, su sayacı, vanalar ve bağlantı parçaları, kontrol biriminde; hidrosiklon, elekfiltre, basınç regülatörü, sulama suyu ve basınç ölçümleri için manometreler yer almıştır. Araştırma konularının sulanmasında toprak altına yerleştirilen damla sulama boruları kullanılmıştır. Ana boru, manifold ve laterallerin tamamı toprak altına yerleştirilmiştir. Her bir deneme parseline giden manifold hattına ait vana ayrı olarak vana kutularında muhafaza edilmiştir. Lateral hatları 70 cm aralıkla döşenmiştir. Araştırma alanı topraklarının bünye sınıfı ve gerçek infiltrasyon hızı değerlerine göre toprak yüzeyinin 20 cm ve 40 cm derinliğine yerleştirilen lateraller 40 cm damlatıcı aralıklı, 4 L/h debili ve Ø16 mm çapında tıkanmaya karşı dayanıklı olarak imal edilen yüzey altı damla sulama sistemine uygun olarak tercih edilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Damlatıcı kesiti

### 3.1.7. Araştırmada Kullanılan Bitki Özellikleri

1. Yonca (*Medicago sativa* L.): Yalın ve karışım ekimde Queen yonca çeşidi kullanılmıştır. Çeşit özellikleri olarak geçit kuşağı bölgelerine uyumludur. Hastalık ve zararlılara dayanıklı, dormansi derecesi 5, yılda 4-7 arası biçim yapılabilen bir çeşittir.

2. Domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.): Karışımında buğdaygillerden domuz ayrığı olarak Lidaglo çeşidi kullanılmıştır. Orta-erkenci olan çeşit mantari hastalıklara karşı dayanıklıdır. Adaptasyonu yüksektir.

3. Çok yıllık çim (*Lolium perenne*): Karışımında buğdaygillerden çok yıllık çim olarak Caddie Shack çeşidi kullanılmıştır. Yabancı otlara ve hastalıklara karşı dayanıklı bir çeşittir. Çabuk ve hızlı çimlenme gücüne sahiptir.

4. Kılçıksız brom (*Bromus inermis* L.): Karışımlarda buğdaygillerden çayır tipi kılçıksız brom çeşidi kullanılmıştır. Uzun ömürlü, bol yapraklı, köksapla gelişir. Kurağa ve sığağa çok dayanıklı olup, soğuğa dayanımı da iyidir.

### 3.1.8. Araştırmada Kullanılan Kök İzleme Sisteminin Özellikleri

Araştırmada kök gözlemleri minirhizotron tekniğiyle yapılmıştır. Bu teknikte toprağın içine yerleştirilen fleksiglas şeffaf tüpler içinde 360° dönerek tarama yapan tarayıcı, toprak için görüntüsü almakta ve aldığı bu görüntüleri bilgisayar ortamına aktarmaktadır. Şeffaf tüplerin uzunluğu 150 cm olarak tercih edilmiştir. Tüplerin 20 cm lik kısmı toprak dışında 130 cm'lik kısmı ise toprak içinde kalacak şekilde 90° açıyla toprağa yerleştirilmiştir. Tarayıcı uzunluğu yaklaşık 20 cm'dir ve bu sayede toprağın 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 ve 100-120 cm lik katmanlarında görüntü alınabilmektedir. Tarayıcı vasıtasıyla alınan kök görüntüleri renklidir ve görüntü çözünürlükleri isteğe göre artırılıp azaltılabilmektedir.



## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Deneme Deseni ve Araştırma Konuları

Araştırma “Faktöriyel Düzenlenmiş Tesadüf Blokları Deneme Deseni ”ne göre tarla denemesi olarak dört tekerrürlü toplam 24 parselde 2019-2020 yıllarında yürütülmüştür. Deneme materyali olan bitkilerin çok yıllık olması nedeni ile ilk tesis ve ön verim yılı çalışmaları 2018 yılı içerisinde yürütülmüştür. Araştırmanın ana konularını ekim şekli, alt konularını ise lateral derinlikleri oluşturmuştur.

Ana Konu (Ekim Şekli)

Y = Yalın Ekilen Yonca

K= Karışık ekilen Yonca

Alt Konular (Lateral Derinlikleri)

S0= Normal Yağış Koşullarında Yetiştirilen

S1= 20 cm Lateral derinliği

S2= 40 cm Lateral derinliği

Her bir deneme parseli 4,9 m x 6 m boyutlarında olmak üzere 29,4 m<sup>2</sup> alana kurulmuştur. 12 parsel yalın ekilen yonca parseli 12 parsel karışık ekilen yonca parseli olmak üzere toplam 24 deneme parselinde araştırma yürütülmüştür. Parsel arası mesafeler 3 m olarak ayarlanmıştır. Yalın ekilen yoncada 2,5 kg/da ekim normu kullanılmıştır. Karışık ekimde ise %25 yonca, %25 kılçıksız brom, %25 domuz ayrığı ve %25 oranında çok yıllık çim olacak şekilde karışımda bulunma oranları ayarlanmıştır.

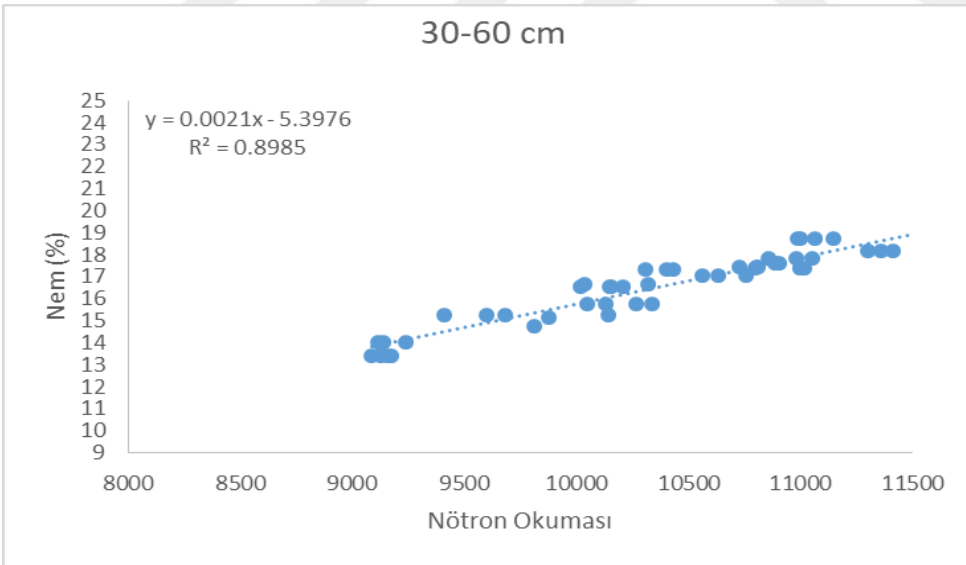
Araştırmada, istatistiksel analizler için “JPM” ve “SPSS“ paket programları kullanılmıştır. Grafiklerin ve denklemlerin oluşturulmasında “Ms Excel” programından, kök görüntülerinin işlenmesi ve hesaplanmasında RootSnap yazılımından yararlanılmıştır.

Araştırma süresince, her bir deneme konusu için bitki kök bölgesindeki toprak nemi 0-30 cm derinlik arasında gravimetrik metotla takip edilmiştir. 30-60 ve 60-90 arasındaki derinlikler nötronmetre ile takip edilmiştir (Şekil 3.4).

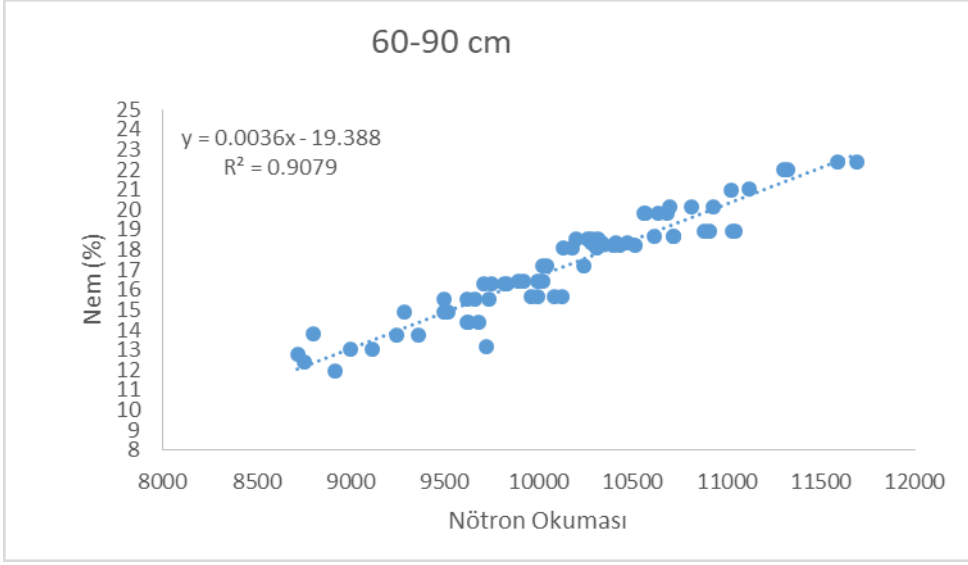


Şekil 3.4 Araştırma alanında nötronmetre ile nem ölçümü

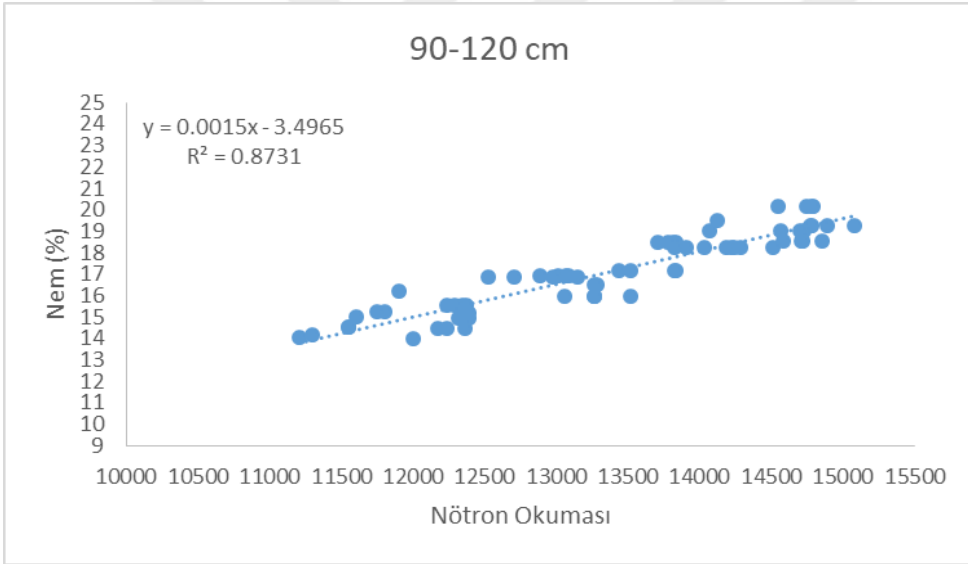
Ölçümler öncesinde nötronmetrenin, gravimetrik metot ile kalibrasyonu gerçekleştirilmiş ve her bir katmana ait korelasyon denklemleri elde edilmiştir (Güngör ve Yıldırım, 1989). Elde edilen korelasyon denklemleri Şekil 3.4, Şekil 3.5 ve Şekil 3.6 da verilmiştir.



Şekil 3.5 30-60 cm toprak derinliği için oluşturulan korelasyon denklemi



Şekil 3.6 60-90 cm toprak derinliği için oluşturulan korelasyon denklemi



Şekil 3.7 90-120 cm toprak derinliği için oluşturulan korelasyon denklemi

### 3.2.2. Sulama

Araştırmada 7 günlük sulama aralığıyla tüm parseller etkili kök derinliği olan 90 cm derinlik tarla kapasitesine tamamlanacak şekilde sulanmıştır.

Her sulamada eksik nemi tarla kapasitesine getirmek için uygulanacak sulama suyu miktarı Güngör ve Yıldırım (1989)'ın bildirdiği aşağıda belirtilen eşitlik ile saptanmıştır.

$$dn = ((TK - PW)) / 100 D * \gamma_t * P \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

dn: Net sulama suyu miktarı (mm),

TK: Tarla kapasitesi(%),

PW: Mevcut nem

D: Islatılacak toprak derinliği (mm).

$\gamma_t$ : Toprağın birim hacim ağırlığı ( $g/cm^3$ )

P: Örtü yüzdesi (%)’ni ifade etmektedir. Araştırma materyali olan bitkiler tesisin ikinci yılında bulunduğu için tarla yüzeyinin tamamını kapatmıştır. Bu yüzden örtü yüzdesi %100 olarak kabul edilmiştir.

Çalışmada bitki su tüketiminin hesaplanmasında su dengesi eşitliği (Kanber, 1997) kullanılmıştır.

$$ET = I + P - D_p - R_{off} \pm \Delta s \quad (3.2)$$

ET: Bitki su tüketimi (mm),

I: Sulama suyu (mm),

P: Yağış (mm),

DP: Derine sızma (mm),

Roff: Yüzey akış kayıpları (mm),

$\Delta s$ : Toprak profilindeki nem değişimi (mm)’ni ifade etmektedir.

Çalışmada yüzey altı damla sulama sistemi kullanıldığı için toprak yüzeyinde su birikmesi olmamış ve yüzey akışı yok sayılmıştır.

Deneme alanında uygulanan sulama suyu miktarı ve alınan verimler neticesinde aşağıda belirtilen eşitlikten faydalanarak sulama suyu kullanım ve su kullanım randımanı saptanmıştır (Zhang vd., 2004).

$$IWUE = Y/I, \quad WUE = Y/ET \quad (3.3)$$

Eşitliklerde;

IWUE: Sulama suyu kullanım randımanı ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

WUE: Su kullanım randımanı ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

Y: Ürün verimi ( $\text{kg}/\text{da}$ );

I: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm);

ET: Ölçülen bitki su tüketimi (mm)'ni ifade etmektedir.

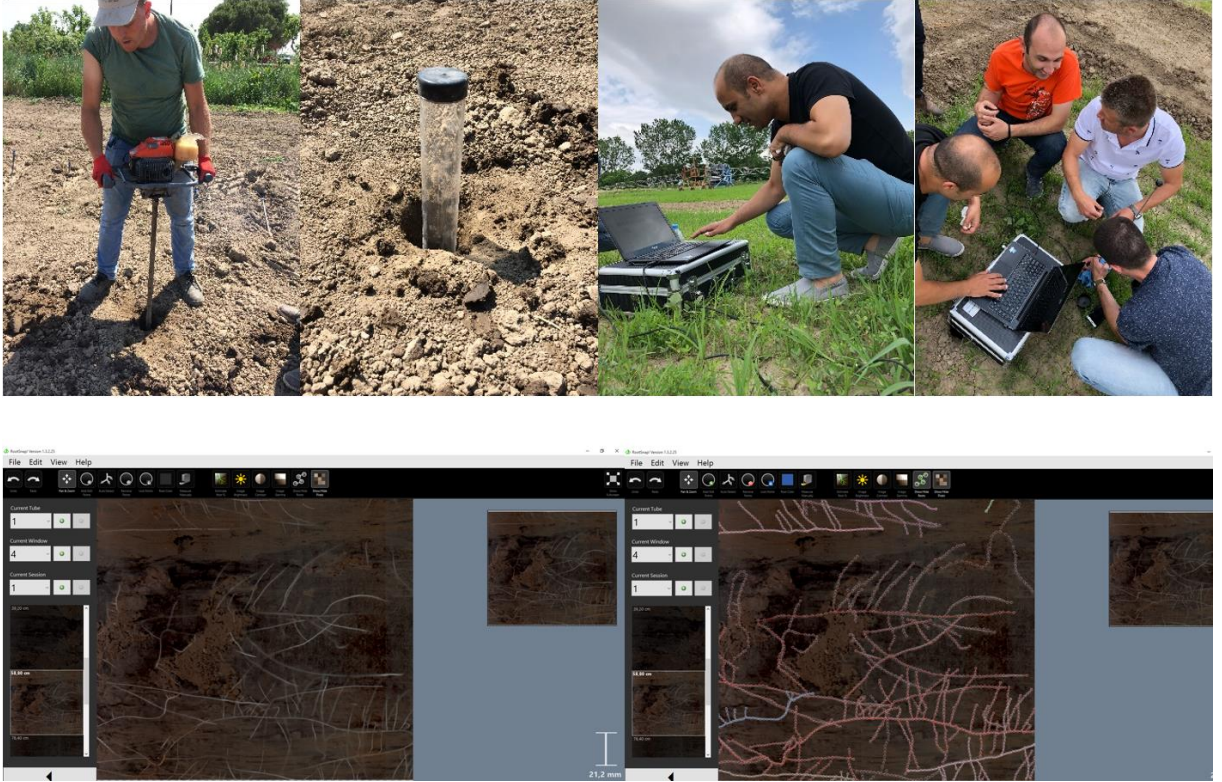
### 3.2.3. Ekonomik Analiz

Ekonomik analiz “kısmi bütçeleme yöntemi”ne göre yapılmıştır. Kısmi bütçeleme işlemi; araştırma parsellerinde konuların ortalama verimleri, brüt üretim değeri, tohum, gübre, sulama işçiliği, ilk tesis masrafı enerji giderleri, toplam değişken masraflar ve net gelir işlemlerini kapsamaktadır. Verimler ürün fiyatı ile çarpılarak brüt gelire ulaşılmıştır. Daha sonra elde edilen brüt üretim değerlerinden, tohum, gübre, sulama işçiliği, ilk tesis masrafı enerji giderleri masraflarından oluşan toplam değişken masraflar çıkarılarak net gelire ulaşılmıştır (Özkan 1997).

### 3.2.4. Kök İzleme

Kök görüntüleri bir minirhizotron kamera ve bağlantılı görüntü yakalama yazılımı kullanılarak elde edilmiştir (Rewald ve Ephrath, 2013). Johnson vd., (2001) genellikle minirhizotron tüplerinin  $90^\circ$  dik olarak veya farklı açılarla toprağa gömülebildiğini bildirmişlerdir. Çalışma konusu olan yonca bitkisinin derine inen kökleri ve arazinin tamamını kaplayan bitki örtüsü dikkate alınarak 120 cm derinliğe kadar kök izleme yapabilmek amacıyla deneme parsellerinde her konuya 1 adet 150 cm uzunluğunda 8 mm dış, 6 mm iç çapa sahip fleksiglass şeffaf minirhizotron tüpü  $90^\circ$  açıyla yerleştirilmiştir. Minirhizotron tüplerini

yerleştirmek amacıyla motorlu el burgusu kullanılmıştır. Hasat tarihleri ile paralel olarak her hasat döneminde 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 ve 100-120 cm derinliklerde bitki kök görüntüleri alınmıştır. Kök görüntülerinin alınmasında yüksek cozunurluklu, 360° aciyla toprak altı goruntusu alabilen, tarayıcı tabanlı kamera kullanılmıştır. Bitkilerin ceşitli gelişme dönemlerinde toprak içerisinde oluşturduğu kök yoğunluğu izlenmiştir. Elde edilen görüntülere yer alan kökler goruntu işleme yazılımı aracılığıyla cizilerek aylık bazda ve derinlik bazında toplam kök uzunlukları elde edilmiştir (şekil 3.8).



şekil 3.8 Kök izleme ve analizlere ait görüntüler

### 3.2.5. Fiziksel olcumler

Araştırmanın her iki yılında da tüm biçimlerden alınan bitki örneklerinin fiziksel olcumleri yapılmıştır. Değerlendirme aşamasında biçimlerin ortalamaları değerlendirilmiştir.

- Bitki boyu (cm): Her parselden tesadüfen seçilen 10 adet bitkinin toprak seviyesinin 5 cm üzerinden en uç noktasına kadar her hasat öncesinde boy olcümü yapılarak aritmetik ortalaması alınmış ve parseldeki ortalama bitki boyu elde edilmiştir (şekil 3.9).



- Gövde kalınlığı (mm): Her parselden tesadüfen seçilen 10 adet bitkinin toprak seviyesinin 5 cm üzerinden kumpas ile bitki gövde kalınlığı ölçülerek ve aritmetik ortalaması alınmış ve parseldeki ortalama gövde kalınlığı elde edilmiştir (Şekil 3.9).
- Ana sap dal sayısı (adet/bitki): Her parselden tesadüfen seçilen 10 adet bitkinin ana sap üzerindeki dal sayıları tespit edilerek aritmetik ortalamaları alınmış ve parseldeki ortalama ana sap dal sayısı elde edilmiştir.
- Botanik kompozisyon (%): Karışık ekilen parseller içerisinde kenar tesiri dikkate alınarak parselin ortasında ¼ metrekarelik alandan yapılan biçimlerle elde edilen bitkiler familyalarına göre ayrılarak tartılmış ve karışımda yer alan bitkilerin botanik kompozisyonda bulunma yüzdeleri ağırlık cinsinden hesaplanmıştır.



Şekil 3.9 Fiziksel ölçümlere ait görüntüler

### 3.2.6. Yem Analizleri

Araştırmanın her iki yılında da tüm biçimlerden alınan bitki örneklerinin yem analizleri yapılmıştır. Değerlendirme aşamasında biçimlerin ortalamaları değerlendirilmiştir.

- Kuru madde analizi: Her parselin hasadı yapıldıktan hemen sonra, hasat edilen tüm parseli temsil edecek şekilde rastgele 100 g civarında yaş örnek alınarak hassas terazide tartılmıştır. Daha sonra 105 °C'ye ayarlı etüvde 24 saat süreyle sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra tartılıp oranlanarak kuru madde oranı bulunmuştur (Kutlu, 2008).

- Ham kül analizi: Etüvde 48 saat 70°C’de kurutulan ve 1 mm’lik elekten geçirilen hava kurusu örneklerden 0,5 g alınıp kül krozelerine konulduktan sonra 550 °C’ye ayarlanmış kül fırınında beyazımsı-grimsi renge dönünceye kadar yaklaşık 4 saat yakılması ve oranlanmasıyla bulunmuştur (Kutlu, 2008).
- Ham protein analizi: Azot analizleri Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır, elde edilen % azot oranları 6,25 sabit katsayısıyla çarpılarak ham protein oranları belirlenmiştir (Kutlu, 2008).
- Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif (acid detergent fibre, ADF) analizi: Araştırmada elde edilen kaba yemlerin içeriğinde bulunan ADF oranları Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü laboratuvarlarında (Şekil 3.10) Van Soest metodu ile belirlenmiştir (Van Soest, Robertson, ve Lewis (1991)).
- Nötral Deterjanda Çözünmeyen Lif (neutral detergent fibre, NDF) analizi: Araştırmada elde edilen kaba yemlerin içeriğinde bulunan NDF oranları Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü laboratuvarlarında (Şekil 3.10) Van Soest metodu ile belirlenmiştir (Van Soest vd.1991).
- Ham Selüloz Analizi: Araştırmada elde edilen kaba yemlerin içeriğinde bulunan Ham selüloz oranları Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü laboratuvarlarında Van Soest metodu ile belirlenmiştir (Van Soest vd.1991).



Şekil 3.10 Yem kalitesi analizlerine ait görüntüler



### 3.2.7. Tarımsal İşlemler

Araştırmaya ait tarımsal işlemler Çizelge 3.7 de, sulama uygulamaları Çizelge 3.8 ve 3.9.'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.7 Tarımsal işlemler çizelgesi

Sistem Kurulumu	18.04.2018	
Ekim + Gübreleme	2.05.2018	
Çimlenme Çıkış	15.05.2018	
<b>Tarımsal İşlem</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Zirai Mücadele	27.03.2019	18.03.2020
	6.05.2019	-
1. Biçim	24.04.2019	11.05.2020
2. Biçim	29.05.2019	10.06.2020
3. Biçim	24.06.2019	2.07.2020
4. Biçim	22.07.2019	28.07.2020
5. Biçim	19.08.2019	26.08.2020
6. Biçim	17.09.2019	28.09.2020
7. Biçim	30.10.2019	2.11.2020

Araştırmanın ilk yılı olan 2019'da 6. biçim ile 7. biçim arasında Ekim ayı içerisinde ekstrem iklim koşulları yaşanmıştır. Tüm ay boyunca kapalı bir hava hakim olmuş ve 12 gün yağışlı geçmiştir. Toplam 71,90 mm yağış kaydedilmiştir. 2019 yılı içerisinde denemenin üretim periyodunda en düşük hava sıcaklığı ortalaması (16,21°C) bu ayda tespit edilmiştir. Bunun sonucunda iki biçim arasındaki süre diğer biçim aralarına göre daha uzun gerçekleşmiştir.

Çizelge 3.8 Sulama uygulamaları çizelgesi (2019)

Tarih	Yağış (mm)	YS1		YS2		KS1		KS2	
		Sulama Suyu (mm)	Günlük ET (mm)	Sulama Suyu (mm)	Günlük ET (mm)	Sulama Suyu (mm)	Günlük ET (mm)	Sulama Suyu (mm)	Günlük ET (mm)
26.04.2019	0.00	56.24	4	46.46	3	58.81	3	67.00	5
2.05.2019	1.60	29.67	4	33.30	3	32.37	3	37.06	5
9.05.2019	7.40	46.00	8	38.00	9	38.58	8	49.73	9
16.05.2019	22.30	38.34	9	37.92	8	45.29	9	47.47	11
23.05.2019	3.90	40.34	7	39.36	6	35.72	4	39.25	5
30.05.2019	13.40	32.96	6	32.01	5	31.05	6	36.78	7
6.06.2019	17.00	55.42	11	53.15	12	54.06	12	58.68	12
13.06.2019	0.00	46.09	8	45.72	7	41.38	5	42.76	7
20.06.2019	2.70	44.10	6	42.90	7	44.83	8	47.66	7
27.06.2019	2.30	48.81	8	41.49	7	32.70	4	45.19	6
4.07.2019	8.00	39.83	6	37.89	5	32.08	4	35.76	6
11.07.2019	8.40	28.26	5	30.50	5	35.83	8	40.26	8
18.07.2019	7.70	36.93	8	34.33	8	38.04	7	45.09	8
25.07.2019	7.00	47.67	7	43.63	6	41.62	5	46.06	6
1.08.2019	20.40	36.78	7	38.53	7	33.98	9	34.51	8
8.08.2019	4.80	41.24	9	46.65	11	45.76	9	47.67	9
15.08.2019	0.00	50.61	6	44.09	5	48.32	6	53.57	7
22.08.2019	15.60	44.48	10	34.16	8	46.19	9	47.98	8
29.08.2019	0.00	49.19	6	41.10	4	41.62	4	50.67	6
5.09.2019	0.00	34.11	6	32.78	6	36.26	8	38.92	7
12.09.2019	0.00	43.95	5	41.59	5	49.75	5	56.39	6
19.09.2019	0.00	38.59	6	35.47	5	37.70	6	40.67	6
26.09.2019	15.40	38.48	7	40.24	8	37.37	6	48.36	8
3.10.2019	1.40	17.64	1	17.88	1	16.86	1	15.81	1
10.10.2019	69.50	21.19	14	19.92	13	20.51	14	19.16	13
17.10.2019	1.90	24.60	5	23.98	3	26.22	4	25.80	3
24.10.2019	0.30	21.62	3	35.59	1	21.63	5	28.27	6
31.10.2019	0.20	39.37	0	35.68	0	36.00	0	41.21	0
TOPLAM	231,2	1092,5		1044,3		1060,5		1187,7	

Çizelge 3.9 Sulama uygulamaları çizelgesi (2020)

Tarih	Yağış (mm)	YS1		YS2		KS1		KS2	
		Sulama Suyu (mm)	Günlük ET (mm)	Sulama Suyu (mm)	Günlük ET (mm)	Sulama Suyu (mm)	Günlük ET (mm)	Sulama Suyu (mm)	Günlük ET (mm)
13.05.2020	0.00	62.60	4	66.74	6	64.98	6	70.10	6
20.05.2020	0.00	54.64	7	54.86	8	59.94	8	50.47	9
27.05.2020	0.40	52.77	8	45.62	8	49.68	10	55.48	10
3.06.2020	9.30	42.19	7	40.89	6	38.64	6	38.70	6
10.06.2020	0.20	49.51	7	53.20	11	45.07	6	47.93	6
17.06.2020	86.80	28.73	15	37.79	14	49.41	18	48.79	18
24.06.2020	23.10	57.53	12	56.80	11	61.01	14	60.51	13
1.07.2020	0.30	57.31	9	54.02	6	50.39	6	46.76	5
8.07.2020	0.00	68.05	8	52.13	7	63.24	8	58.34	7
16.07.2020	0.00	65.64	12	53.97	10	65.04	12	55.87	12
22.07.2020	0.00	62.37	10	60.69	11	48.02	7	47.37	7
28.07.2020	0.00	59.46	7	65.82	8	52.02	6	53.99	7
5.08.2020	0.00	65.05	11	60.02	10	53.03	8	57.21	8
12.08.2020	0.00	52.32	7	51.88	7	50.99	7	54.96	7
19.08.2020	0.00	52.37	6	60.03	8	56.73	6	54.69	8
26.08.2020	2.60	56.42	10	61.87	10	53.66	10	67.01	9
2.09.2020	0.00	49.99	6	51.73	10	58.87	9	50.97	9
9.09.2020	0.00	33.36	6	41.10	2	43.87	5	44.13	5
16.09.2020	0.10	57.80	7	62.72	12	54.88	10	53.06	10
23.09.2020	0.00	34.73	6	34.29	5	37.40	3	39.34	4
30.09.2020	7.70	35.95	5	41.26	5	48.70	10	52.53	11
7.10.2020	0.50	46.86	7	34.57	8	34.98	5	38.79	6
14.10.2020	39.20	28.61	9	28.69	8	30.89	12	37.57	11
21.10.2020	0.70	43.33	4	31.82	4	33.01	3	23.41	3
28.10.2020	0.00	44.67	0	40.08	0	41.45	0	41.69	0
TOPLAM	170,9	1262,3		1242,6		1245,9		1249,7	

### 3.2.7.1. Ekim

Araştırma materyali bitkilerin çok yıllık olması nedeniyle denemenin ilk yılı ön verim yılı olarak kabul edilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm bitkilerin tohumları oldukça küçük yapıda oldukları için iyi hazırlanmış bir tohum yatağına ihtiyaç duyulmuştur. Pullukla derin sürüm yapılmasının ardından diskaro ile ikileme yapılmıştır. Toprak frezesi (rotatiller) ile kesekler ufalandıktan sonra tırmık çekilmiş ve ardından tohum yatağı merdane ile bastırılmıştır. Elle 20 cm aralıklı markör yardımıyla ekim yapılmış ve tekrar merdane ile bastırılmıştır. Ekim işlemi 02.05.2018 tarihinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.11) .

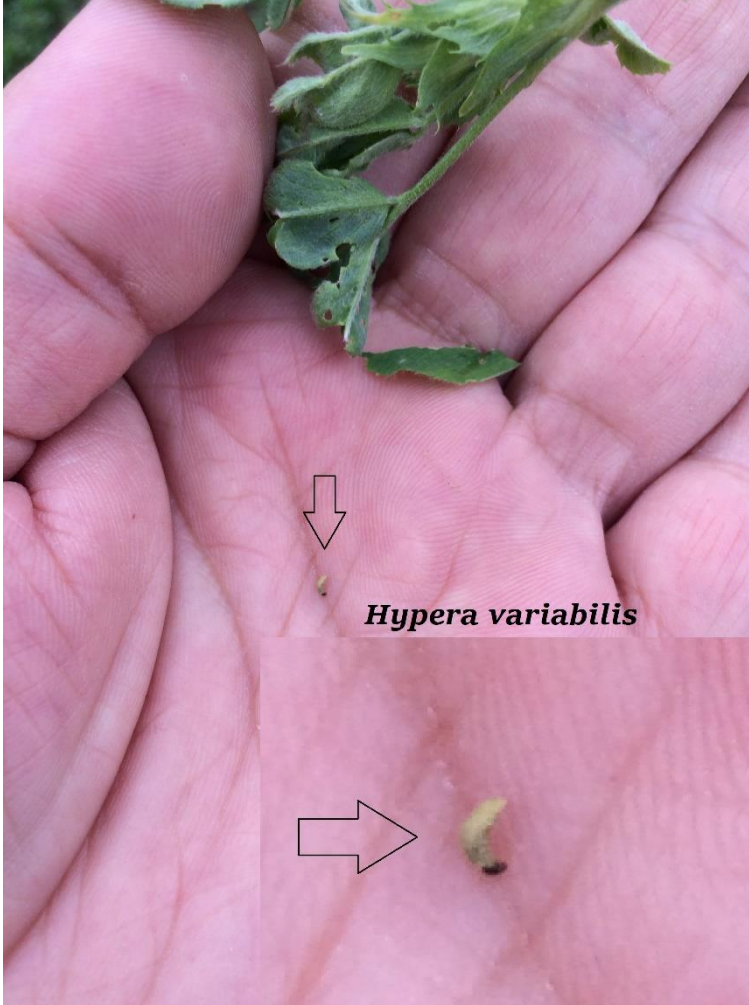


Şekil 3.11 Araştırma parsellerinin ekimi

### 3.2.7.2. Bakım işlemleri

Araştırmada ekimle birlikte taban gübresi olarak 20 kg/da normunda DAP gübresi kullanılmıştır. Bunun dışında gübreleme yapılmamıştır. Araştırma boyunca deneme parsellerinde ekonomik olarak kimyasal mücadele etmeyi gerektirecek yabancı ota rastlanmamıştır. Deneme sahasında ön bitki olarak çeltik yetiştiriciliği yapıldığından ön verim yılında sulanan parsellerde darıcan (*Echinochloa* sp.) otu görülmüş ancak ilk hasatla birlikte hayatiyetleri son bulmuştur. Devam eden yıllarda yabancı ot mücadelesine gerek kalmamıştır.

Denemenin ilk yılında ilk hasat ve ikinci hasat öncesinde yonca hortumlu böceği (*Hypera variabilis*) görülmüş (Şekil 3.12) ve ekonomik zarar eşiğinin üzerinde olduğu tespit edildiğinden Tarım ve Orman Bakanlığınca ruhsatlandırılmış %25 malathion etken maddeli insektisitle iki uygulama şeklinde ilaçlama yaparak mücadele edilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise ilk hasat öncesi yonca hortumlu böceği görülmüş ve ekonomik zarar eşiğinin üzerinde bulunduğu için kimyasal ilaçlarla mücadele edilmiştir.



Şekil 3.12 Araştırma parsellerinde tespit edilen yonca hortumlu böceği (*Hypera variabilis*) larvası

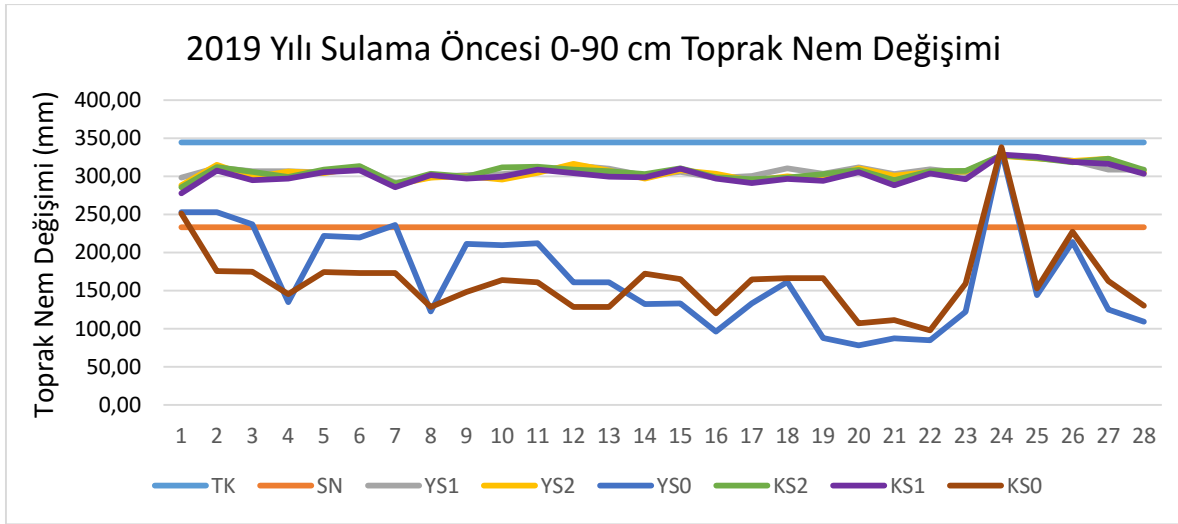
### 3.2.7.3. Hasat

Araştırmada hasat zamanının tespitinde yoncanın %10 çiçeklenme dönemi dikkate alınmıştır. Ölçüme esas numuneler kenar tesiri göz önünde bulundurularak her parselin içerisinden 1m<sup>2</sup> lik çemberlerle biçim makası vasıtasıyla alınmıştır. Kalan bitkiler çayır biçme makinesiyle 7-8 cm yükseklikten biçilerek hasat edilmiştir.

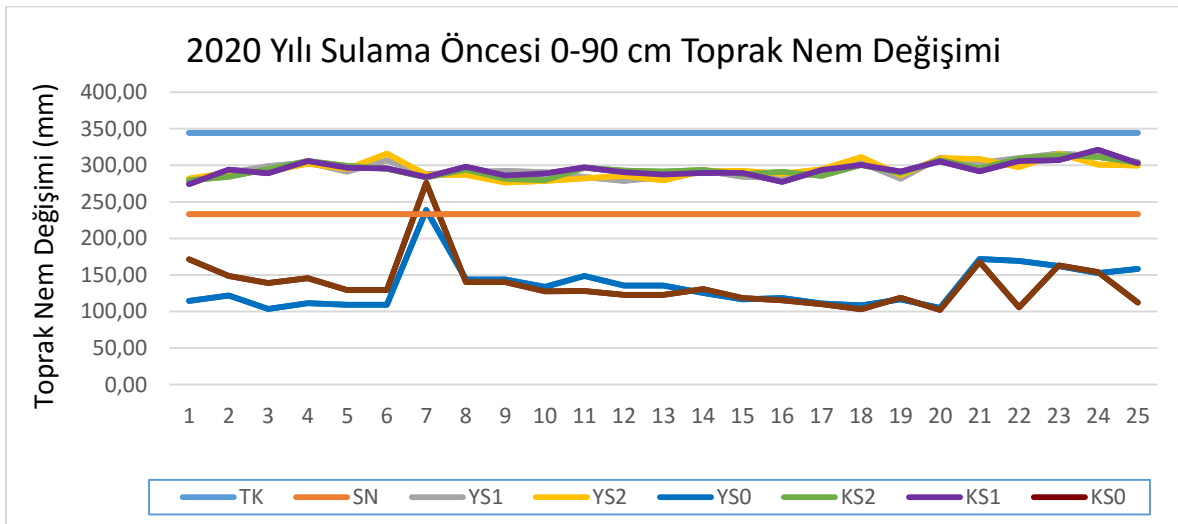
## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Bitki Su Tüketimi ve Su Kullanım Randımanları

Araştırma konularının sulama öncesi toprak nem grafikleri Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 de verilmiştir.



Şekil 4.1 2019 Yılı sulama öncesi toprak nem grafikleri



Şekil 4.2 2020 Yılı sulama öncesi toprak nem grafikleri

Araştırma konularından elde edilen mevsimlik bitki su tüketim değerleri Çizelge 4.1 ve 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 2019 yılında elde edilen mevsimlik bitki su tüketim değerleri

2019								
Ay	YS1				YS2			
	I (mm)	P (mm)	$\Delta s$ (mm)	ET (mm)	I (mm)	P (mm)	$\Delta s$ (mm)	ET (mm)
Nisan	56,24	0,00	-46,65	1.289,46	46,46	0,00	-127,65	1.160,27
Mayıs	187,31	48,60			180,58	48,60		
Haziran	194,42	22,00			183,26	22,00		
Temmuz	152,68	63,90			146,35	63,90		
Ağustos	222,30	20,40			204,53	20,40		
Eylül	155,13	16,80			150,08	16,80		
Ekim	124,43	71,90			133,04	71,90		
Ay	KS1				KS2			
	I (mm)	P (mm)	$\Delta s$ (mm)	ET (mm)	I (mm)	P (mm)	$\Delta s$ (mm)	ET (mm)
Nisan	58,81	0,00	-80,41	1.223,70	67,00	0,00	-50,60	1.380,71
Mayıs	183,01	48,60			210,28	48,60		
Haziran	172,96	22,00			194,29	22,00		
Temmuz	147,56	63,90			167,16	63,90		
Ağustos	215,87	20,40			234,40	20,40		
Eylül	161,08	16,80			184,34	16,80		
Ekim	121,22	71,90			130,25	71,90		
Ay	YS0				KS0			
	I (mm)	P (mm)	$\Delta s$ (mm)	ET (mm)	I (mm)	P (mm)	$\Delta s$ (mm)	ET (mm)
Nisan	0	0	143,73	387,33	0	0	121,33	364,93
Mayıs	0	48,6			0	48,6		
Haziran	0	22			0	22		
Temmuz	0	63,9			0	63,9		
Ağustos	0	20,4			0	20,4		
Eylül	0	16,8			0	16,8		
Ekim	0	71,9			0	71,9		

ET: Bitki su tüketimi(mm), I: Sulama suyu(mm), P: Yağış(mm),  $\Delta s$ : Toprak profilindeki nem değişimi (mm)'ni ifade etmektedir.

Çizelge 4.2 2020 yılında elde edilen mevsimlik bitki su tüketim değerleri

2020								
Ay	YS1				YS2			
	I (mm)	P (mm)	$\Delta s$ (mm)	ET (mm)	I (mm)	P (mm)	$\Delta s$ (mm)	ET (mm)
Nisan	0,00	0,00	-56,11	1.377,08	0,00	0,00	-51,35	1.362,17
Mayıs	170,01	8,80			167,22	8,80		
Haziran	177,96	111,30			188,69	111,30		
Temmuz	312,84	0,00			286,64	0,00		
Ağustos	226,17	2,60			233,80	2,60		
Eylül	211,84	7,80			231,10	7,80		
Ekim	163,47	40,40			135,17	40,40		
Ay	KS1				KS2			
	I (mm)	P (mm)	$\Delta s$ (mm)	ET (mm)	I (mm)	P (mm)	$\Delta s$ (mm)	ET (mm)
Nisan	0,00	0,00	-42,43	1.374,38	0,00	0,00	-52,95	1.367,62
Mayıs	174,61	8,80			176,05	8,80		
Haziran	194,12	111,30			195,94	111,30		
Temmuz	278,71	0,00			262,33	0,00		
Ağustos	214,42	2,60			233,87	2,60		
Eylül	243,72	7,80			240,02	7,80		
Ekim	140,33	40,40			141,46	40,40		
Ay	YS0				KS0			
	I (mm)	P (mm)	$\Delta s$ (mm)	ET (mm)	I (mm)	P (mm)	$\Delta s$ (mm)	ET (mm)
Nisan	0	0	35,323	206,223	0	0	48,761	219,661
Mayıs	0	8,8			0	8,8		
Haziran	0	111,3			0	111,3		
Temmuz	0	0			0	0		
Ağustos	0	2,6			0	2,6		
Eylül	0	7,8			0	7,8		
Ekim	0	40,4			0	40,4		

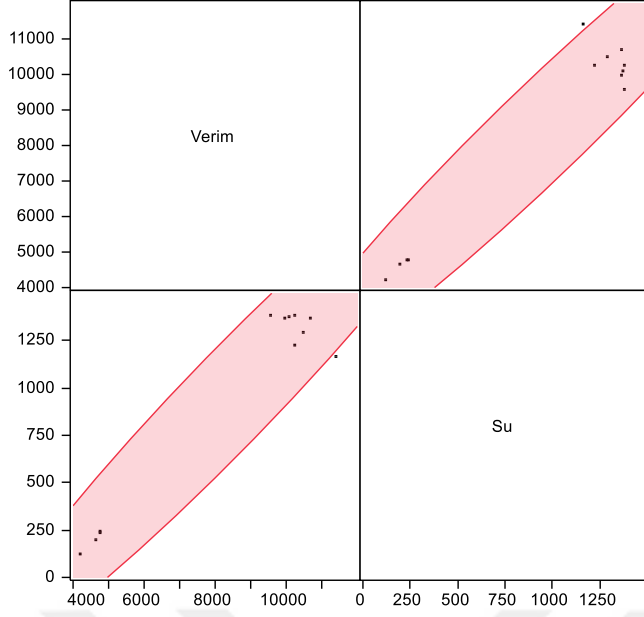
ET: Bitki su tüketimi(mm), I: Sulama suyu(mm), P: Yağış(mm),  $\Delta s$ : Toprak profilindeki nem değişimi (mm)'ni ifade etmektedir.



Elde edilen sonuçlara göre en fazla bitki su tüketimi 2019 yılında 1.380,71 mm ile 40 cm lateral derinliğinde sulanan karışık ekim konusundan gerçekleşmiştir. 2020 yılında ise her iki ekim şeklinde de en fazla bitki su tüketimi 20 cm derinliğinde laterallerle yapılan sulama konularında gerçekleşmiştir. Araştırmanın iki yılı incelendiğinde Kırklareli koşullarında yalın ve karışım halinde ekilen yonca bitkisinin yüzey altı damla sulama sistemleri ile sulandığı koşullarda bitki su tüketiminin 1.160,27 mm ile 1.380,71 mm arasında gerçekleştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1, Çizelge 4.2).

Smith vd. (1999), yoncanın kurağa nispeten toleranslı olduğunu ancak ot verimi ile sulama arasında önemli bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Selenay ve Kadayıfçı (1999), Ankara koşullarında tartılı lizimetre ile gerçekleştirdikleri çalışmada yoncaya denemenin birinci yılında 1.484,3 mm, ikinci yılında ise 1.671,0 mm sulama suyu uygulamışlardır. Evren (2015) Erzurum koşullarında tartılı lizimetre ile yoncanın su tüketimini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada; ortalama ve maksimum günlük su tüketiminin 4,69 ile 9,76 mm olduğunu, mevsimlik su tüketiminin ise ortalama 1.003,77 mm olduğunu bildirmiştir. Araştırmada en yüksek aylık su tüketimi 230,94 mm ile 2014 yılının temmuz ayında gerçekleşmiştir. Avcı (2019), Ankara koşullarında yoncada (*Medicago sativa*) bitki su tüketim değerlerini 2011 yılında 1.185,50 mm ile 1.338,98 mm arasında 2012 yılında ise 1.255,70 mm ile 1.494,70 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Djaman vd (2020), yarı kurak iklimlerde farklı sulama uygulamalarının yoncanın verimi ve su kullanım etkinliğine etkisini tespit etmek amacıyla yaptığı çalışmada yoncanın mevsimlik su tüketiminin çalışmanın birinci yılında 711-1.171 mm arasında, ikinci yılında ise 328 ile 1.100 mm arasında değiştiği bildirmişlerdir. Yelsiz (2019), Isparta da yürüttüğü çalışmada Bilensoy yonca çeşidine beş farklı su düzeyi (I100, I75, I50, I25, I0) uygulanmıştır. %100 sulama yapılan uygulamada bitki su tüketiminin 839,1 mm olduğunu bildirmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen bitki su tüketim değerleri daha önce benzer iklim kuşaklarında bulunan bölgelerde yürütülen çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir.



Şekil 4.3 Bitki su tüketimi verim ilişkisi

Çizelge 4.3 Bitki su tüketimi-yeşil ot verimi korelasyon tablosu

İKİLİ KORELASYON ANALİZİ						
Değişken -1	Değişken -2	Korelasyon Katsayısı	Hesap	En Düşük 95%	En Yüksek 95%	P Değeri
Bitki Su Tüketimi	Yeşil Ot Verimi	0,9681	12	0,8870	0,9913	<,0001*

Bitki su tüketimi ve yeşil ot verimi arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan korelasyon analizine ait tablo Çizelge 4.3'te, dağılım grafiği matrisi Şekil 4.3'te verilmiştir. Buna göre yapılan korelasyon analizi sonucunda deneme konularının yeşil ot verimleri ile bitki su tüketimleri arasındaki ilişkinin %99 önem düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Yoncada yeşil ot verimi ile bitki su tüketimi arasında önemli bir doğrusal ilişki mevcuttur.

Sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE), su kullanım etkinliği (WUE) Zhang vd. (2004) tarafından önerilen eşitliklerden yararlanılarak hesaplanmıştır. Sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE); 1 dekar alandan elde edilen ürün veriminin (Y) uygulanan sulama suyu miktarına (I (mm)) oranlanmasıyla bulunur. Su kullanım etkinliği (WUE) ise; 1 dekar alandan elde edilen ürün veriminin (Y) bitki su tüketimine (ET (mm)) oranlanmasıyla elde edilir.

Araştırma sonucunda elde edilen IWUE ve WUE değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Araştırma sonucunda elde edilen IWUE ve WUE değerleri

	Yeşil Ot						Kuru Ot					
	IWUE (kg/m <sup>3</sup> )			WUE (kg/m <sup>3</sup> )			IWUE (kg/m <sup>3</sup> )			WUE (kg/m <sup>3</sup> )		
	2019	2020	Ort	2019	2020	Ort	2019	2020	Ort	2019	2020	Ort
YS0	0,00	0,00	0,00	19,55	24,00	21,78	0,00	0,00	0,00	5,23	5,91	5,57
YS1	9,59	8,12	8,86	8,12	7,45	7,79	1,99	1,62	1,80	1,68	1,48	1,58
YS2	10,90	8,59	9,75	9,81	7,84	8,83	2,29	1,83	2,06	2,06	1,67	1,86
KS0	0,00	0,00	0,00	20,28	34,54	27,41	0,00	0,00	0,00	5,59	8,91	7,25
KS1	9,66	8,10	8,88	8,37	7,34	7,86	1,97	1,65	1,81	1,71	1,50	1,60
KS2	8,06	7,96	8,01	6,93	7,28	7,11	1,68	1,68	1,68	1,45	1,53	1,49

WUE : Water use efficiency - Su kullanım etkinliği

IWUE : Irrigation water use efficiency - Sulama suyu kullanım etkinliği

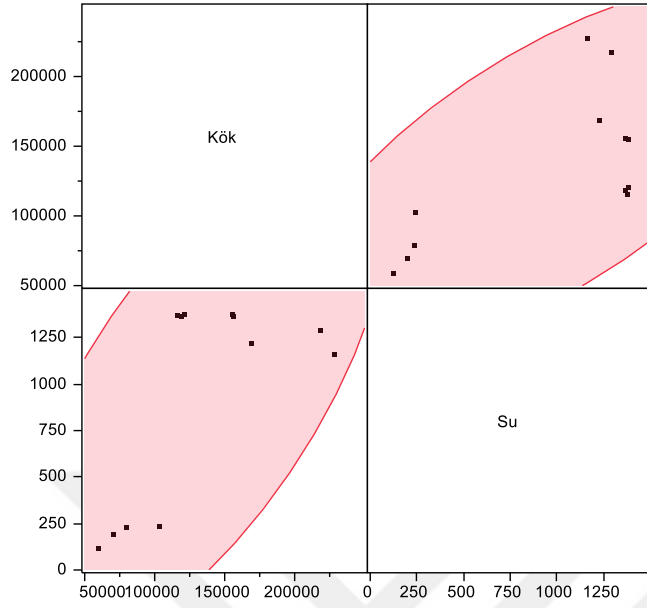
Yeşil ot verimi ve kuru ot verimi üzerinden yapılan hesaplamalar sonucunda en yüksek IWUE değerleri YS2 konusunda gözlenirken en düşük değerler KS2 konusunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

WUE değerleri incelendiğinde ise hem yeşil ot veriminde hem kuru ot veriminde yağışa dayalı yetiştirilen parseller ön plana çıkmıştır. En yüksek WUE değeri KS0 konusunda hesaplanırken, en düşük WUE değeri KS2 konusunda elde edilmiştir (Çizelge 4.4).

Li ve Su (2017), yoncada ETC'nin % 100 'ü % 66'sı ve %33'ünü göz önüne alarak yaptıkları sulama uygulamaları sonucunda azalan sulama suyu miktarıyla yem veriminin azaldığını, WUE değerlerinin arttığını gözlemlemişlerdir. Salbaş ve Erdem (2020), Trakya Bölgesi koşullarında farklı damla sulama uygulamalarının ayçiçeği bitkisinin su kullanımı ile verim ve gelişme parametrelerine etkisini araştırdıkları çalışmada artan su miktarı ve elde edilen dane verimleri arasında ilişkiyi belirlemek için hesaplanan IWUE ve WUE değerlerine göre az sulama suyu uygulanan deneme konularının ön plana çıktığını bildirmişlerdir.

Araştırma sonucunda elde edilen WUE değerleri daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir. Yağışa dayalı koşullarda yetiştirilen yalın ve karışım halde ekilen yoncanın WUE değerleri sulanan parsellerden daha yüksek tespit edilmiştir. Ekim şekline göre değerlendirildiğinde ise yalın ekilen yoncanın su kullanım etkinliği ve sulama suyu kullanım

etkinliği hem yeşil ot verimi hem de kuru ot verimi dikkate alındığında karışık ekimden daha yüksek gerçekleşmiştir.



Şekil 4.4 Kök gelişimi – bitki su tüketimi dağılım grafiği matrisi

Çizelge 4.5 Bitki su tüketimi - kök gelişimi korelasyon tablosu

İKİLİ KORELASYON ANALİZİ						
Değişken -1	Değişken -2	Korelasyon Katsayısı	Hesap	En Düşük 95%	En Yüksek 95%	P Değeri
Bitki Su Tüketimi	Kök Uzunluğu	0,6870	12	0,1867	0,9043	0,0136*

Bitki su tüketimi ve kök gelişimi arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan korelasyon analizine ait tablo Çizelge 4.5'te, dağılım grafiği matrisi Şekil 4.4'te verilmiştir. Buna göre yapılan korelasyon analizi sonucunda deneme konularının kök gelişimi ile bitki su tüketimleri arasındaki ilişkinin %95 önem düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Yoncada bitki kök gelişimi ile bitki su tüketimi arasında önemli bir doğrusal ilişki mevcuttur.

#### 4.2. Bitki Boyu (cm)

Araştırmada elde edilen bitki boylarına ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Araştırmada elde edilen bitki boylarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	K.O.	S.D.	F Değeri
Yıl	3,0553	3,0553	1	0,0773
Bloklar	39,5184	13,1728	3	0,0049
Ekim şekli	25,7108	25,7108	1	0,0008*
Yıl*Ekim Şekli	6,1705	6,1705	1	0,0232*
Lateral derinliği	4.511,98	2.255,99	2	<,0001*
Lateral derinliği*Ekim şekli	5,6642	2,8321	2	0,337
Yıl*Lateral derinliği	54,0903	27,0452	2	0,0004*
Yıl*Ekim şekli*Lateral derinliği	4,2883	2,1442	2	0,435
Hata	59,7032		24	
Genel	4.714,2233		47	
CV				0,0311

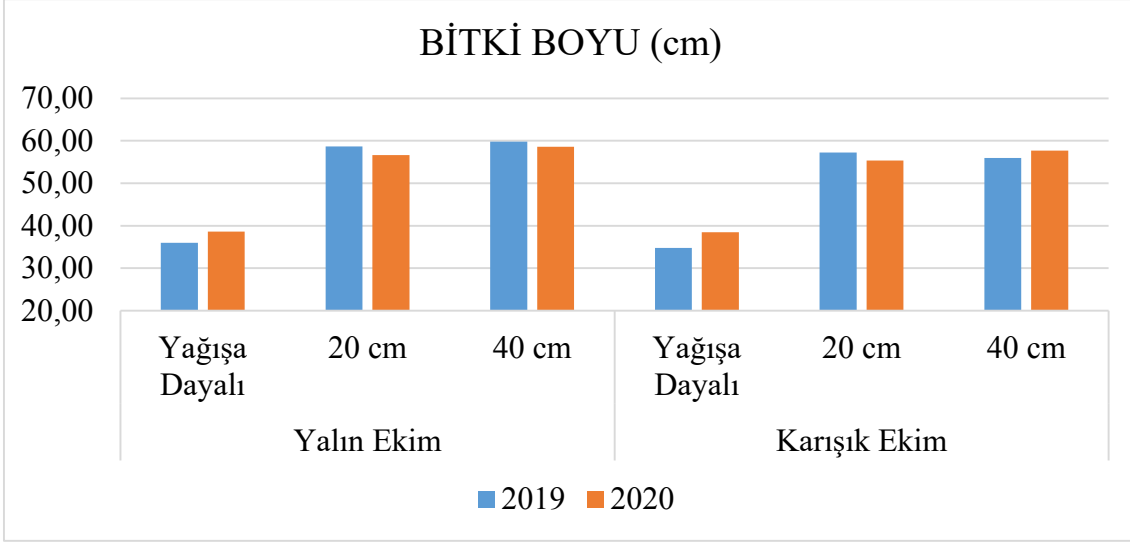
(\*) %5 önem seviyesinde anlamlı

Araştırmada elde edilen bitki boyları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Araştırmada elde edilen bitki boyları

<b>BİTKİ BOYU (cm)</b>					
<b>Ekim Şekli</b>	<b>Lateral Derinliği</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Ekim Şekli Ort</b>
<b>Yalın Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	35,96f	38,64e	37,30c	51,38a
	<b>20 cm</b>	58,69ab	56,62bcd	57,66ab	
	<b>40 cm</b>	59,81a	58,57ab	59,19a	
<b>Ort</b>		51,49a	51,28ab	51,38	
<b>Karışık Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	34,73f	38,47e	36,60c	49,92b
	<b>20 cm</b>	57,27bcd	55,39d	56,33b	
	<b>40 cm</b>	55,92cd	57,73abc	56,83b	
<b>Ort</b>		49,31c	50,53b	49,92	
<b>Yıllar Ort</b>		50,40a	50,90a	50,65	
<b>Yağışa Dayalı</b>		35,35d	38,56c	36,95c	
<b>20 cm</b>		57,98a	56,00b	56,99b	
<b>40 cm</b>		57,86a	58,15a	58,01a	

LSD: LD\*EŞ=1,627 Yıl= 0,579 EŞ= 0,579 Y\*EŞ= 261,838 LD= 1,150



Şekil 4.5 Araştırmada elde edilen bitki boyları grafiği

Yapılan istatistik analizi sonucunda ekim şekli, lateral derinliği, ekim şekli\*lateral derinliği interaksyonu ve yıl\*ekim şekli\* lateral derinliği interaksyonunun bitki boyu üzerine etkisi %5 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.6).

En yüksek bitki boyu 51,38 cm ile yalın ekimden elde edilirken, karışık ekimde ortalama bitki boyu 49,92 cm olarak tespit edilmiştir. Lateral derinliklerine göre bitki boyları incelendiğinde ise sırasıyla 40 cm, 20 cm ve yağışa dayalı konular olmak üzere 58,00, 56,99 ve 36,95 cm olarak tespit edilmiştir. Yalın ekimde en yüksek bitki boyu 59,19 cm ile 40 cm derinliğine yerleştirilen laterallerle sulanan parsellerden elde edilirken, karışık ekimde 20 cm ve 40 cm lateral derinlikleri arasındaki bitki boyu farkı anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.7).

Araştırmada bitki boyu ile yeşil ot verimleri arasında paralellik gözlenmiştir. Deneme materyali olan bitkilerde verim toprak üstü biyokütlenin tamamı olduğu için bitki boyunun yüksekliği doğrudan verime yansımıştır. Yalın ekilen konularda bulunan yonca bitkisi kazık köke sahiptir ve bitki kökleri daha derinlerdeki sudan iyi istifade edebilmektedir. Bunun sonucu olarak da yalın ekilen yoncada en yüksek bitki boyu 40 cm derinliğinde laterallerle sulanan parsellerden elde edilmiştir. Her iki ekim şeklinde de en düşük bitki boyu yağışa dayalı yetiştirilen yoncalardan alınmıştır.

Kuşvuran vd. (2005) K.K.T.C.'nde sulanan koşullarında yonca ve bazı buğdaygil yem bitkilerinin adaptasyon kabiliyetlerini saptamak amacıyla yaptıkları çalışmada yonca ekili parsellerden araştırmanın her iki yılında da yedişer biçim yapmışlardır. Araştırmanın ilk yılında

ortalama 67,67 cm bitki boyu, ikinci yıl ise 78,25 cm ortalama bitki boyu elde edildiğini bildirmişlerdir. Turan (2010), bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin farklı ekim zamanlarında verim ve verim unsurlarının belirlenmesi amacıyla yaptığı araştırmada, yonca çeşitlerinin bitki boylarının 67,6 cm ile 82,5 cm arasında değiştiğini bildirmiştir. Gökkaya (2019), yoncada bitki boyunu %10 çiçeklenme döneminde ortalama 75,64 cm, %50 çiçeklenme döneminde ise 74,34 cm olarak belirlemiştir. Orak vd. (2004) Macar fiğinin Tekirdağ yöresinde Mayıs ayının ikinci haftasından itibaren hızlı bir büyüme periyoduna girdiğini bildirmişlerdir. Erbeyi (2017) altı farklı yonca çeşidi kullandığı çalışmasında ana sap uzunluklarının araştırmanın ilk yılında 52,26 cm ile 59,20 cm arasında, ikinci yılında ise 49.71 ile 61.36 cm arasında değiştiği bildirilmiştir. Gündel vd.(2014), Çukurova koşullarında yetiştirilebilecek bazı çok yıllık sıcak mevsim baklagil yem bitkilerinin tür ve çeşitlerinin verim, kalite ve adaptasyonlarının belirlenmesi amacıyla 2012 yılında sulu koşullarda yürüttükleri çalışmada, incelenen tür ve çeşitlerin bitki boyu ortalamasının 48,1 cm ile 86,5 cm arasında değiştiğini bildirmiştir. Keskin vd. (2020), Başbağ, Kayseri, Gea, Elçi, Magna 601, İside, Savaş, Magnum V, Ezzeline, La Bella, Plato, Giulia, Prosementi, La Torre, Bilensoy 80, Queen, Sunter Emiliano ve Gacer çeşitlerinin yaş ot verimi, bitki boyu, kuru ot oranı ve kuru ot verimlerini incelemişlerdir. Araştırmada 3 yıllık sonuçlarına göre, 66,7–80,2 cm arasında bitki boyu elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Araştırmada elde edilen sonuçlar daha önceki çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir. Bitki boyları 34,73 cm ile 59,81 cm arasında değişmiştir.



### 4.3. Bitki sap kalınlığı (mm)

Araştırmada elde edilen bitki sap kalınlıklarına ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Araştırmada elde edilen bitki sap kalınlıklarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	K.O.	S.D.	F Değeri
Yıl	0,0420	0,0420	1	0,0220*
Bloklar	0,0144	0,0048	3	0,7657
Ekim şekli	0,0040	0,0040	1	0,3786
Yıl*Ekim şekli	0,0184	0,0184	1	0,0886
Lateral derinliği	2,8375	1,4188	2	<,0001*
Lateral derinliği*Ekim şekli	0,0561	0,0281	2	0,0031*
Yıl*Lateral derinliği	0,0123	0,0062	2	0,2182
Yıl*Ekim Şekli*Lateral derinliği	0,0545	0,0273	2	0,0036*
Hata	0,0911		24	
Genel	3,1572		47	
CV				0,0232

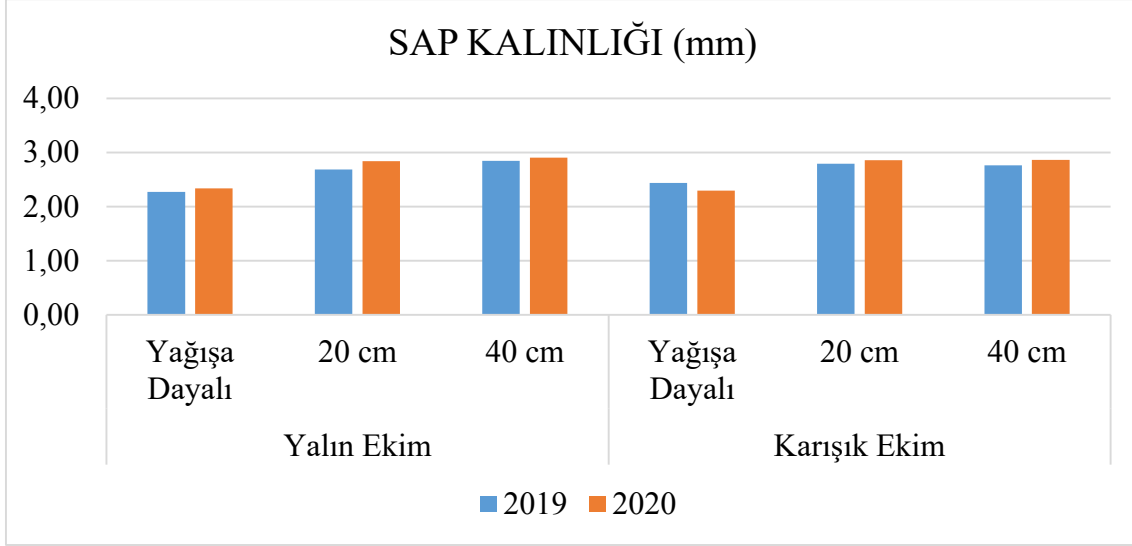
(\*) %5 önem seviyesinde anlamlı

Araştırmada elde edilen sap kalınlıkları izelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Araştırmada elde edilen sap kalınlıkları

<b>SAP KALINLIĞI (mm)</b>					
<b>Ekim şekli</b>	<b>Lateral Derinliği</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Ekim şekli Ort</b>
<b>Yalın Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	2,27g	2,34ef	2,30d	2,65
	<b>20 cm</b>	2,69d	2,84ab	2,76b	
	<b>40 cm</b>	2,85ab	2,90a	2,87a	
<b>Ort</b>		2,60b	2,69a	2,65	
<b>Karışık Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	2,44e	2,30f	2,37c	2,67
	<b>20 cm</b>	2,79bc	2,86ab	2,83ab	
	<b>40 cm</b>	2,76cd	2,87ab	2,81b	
<b>Ort</b>		2,66ab	2,67a	2,67	
<b>Yıllar Ort</b>		2,63b	2,68a	2,66	
<b>Yağışa Dayalı</b>		2,35d	2,32d	2,34b	
<b>20 cm</b>		2,74c	2,85ab	2,80a	
<b>40 cm</b>		2,80bc	2,88a	2,84a	

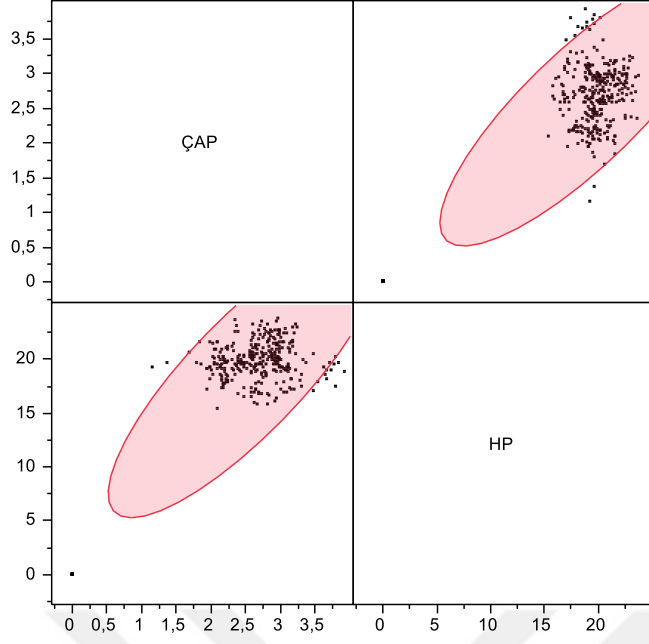
LSD: LD\*Eş=0,063 Yıl= 0,047 Eş= 0,047 Y\*Eş= 0,066 LD= 0,044



Şekil 4.6 Araştırmada elde edilen sap kalınlıkları grafiği

Yapılan varyans analizi sonucunda ekim şeklinin bitki sap kalınlığı üzerine etkisi %5 önem seviyesinde anlamsız bulunmuştur. Deneme yıllarının, lateral derinliklerinin, lateral derinliği\*ekim şekli interaksiyonunun bitki sap kalınlığı üzerine etkisi ise %5 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.8).

En yüksek bitki sap kalınlığı değeri yalın yoncunun 40 cm derinliğinde laterallerle sulanan parselden (2,87 mm) elde edilirken, en düşük bitki sap kalınlığı değeri yağışa dayalı yetiştirilen yalın yoncadan (2,30 mm) elde edilmiştir. Yoncada sulamanın bitki gelişimi üzerine olumlu etkide bulunduğu tespit edilmiştir. Sulu koşullarda yetiştirilen parsellerde elde edilen bitki sap kalınlığı değerleri yağışa dayalı koşullarda elde edilen parsellerden daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.4). Elde edilen sonuçlar Demiroğlu vd (2008), 3,07-2,74 mm, Erbeyi (2017) 2,38-3,43 mm, Diler (2007) 1,81- 2,74 mm ve Gökkaya (2019)'nın bildirdiği 1,25-1,67 mm, sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Laterallerin toprak altına döşenme derinlikleri bitki sap kalınlığı üzerinde anlamlı bir fark oluşturmamıştır.



Şekil 4.7 Bitki sap kalınlığı - protein oranı dağılım grafiği matrisi

Çizelge 4.10 Bitki sap kalınlığı - protein oranı korelasyon tablosu

<b>İKİLİ KORELASYON ANALİZİ</b>						
<b>Değişken -1</b>	<b>Değişken -2</b>	<b>Korelasyon Katsayısı</b>	<b>Hesap</b>	<b>En Düşük 95%</b>	<b>En Yüksek 95%</b>	<b>P Değeri</b>
Bitki Sap Kalınlığı	Ham Protein İçeriği	0,8308	336	0,7945	0,8613	<,0001*

Bitki sap kalınlığı ve ham protein içeriği arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan korelasyon analizine ait tablo Çizelge 4.10'da, dağılım grafiği matrisi Şekil 4.7'de verilmiştir. Yapılan korelasyon analizi sonucunda deneme materyalinin bitki sap kalınlığı ile ham protein içeriği arasındaki ilişkinin %99 önem düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Yoncada bitki sap kalınlığı ile ham protein içeriği arasında önemli bir doğrusal ilişki mevcuttur. Bu doğrusal ilişkinin tüm biçimlerde hasat zamanı olarak yoncunun %10 çiçeklenme döneminin dikkate alınması ve erken dönemde biçilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca sap kalınlığı yüksek olan bitkilerin yaprak oranı da yüksek olduğu için bu durum protein oranında yansımıştır.

#### 4.4. Ana Sap Dal Sayısı

Araştırmada elde edilen ana sap dal sayılarına ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Araştırmada elde edilen ana sap dal sayılarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	K.O.	S.D.	F Değeri
Yıl	0,7676	0,7676	1	<,0001*
Bloklar	0,1778	0,0593	3	0,0034
Ekim şekli	0,0001	0,0001	1	0,8985
Yıl*Ekim şekli	0,0173	0,0173	1	0,1344
Lateral derinliği	11,0138	5,5069	2	<,0001*
Lateral derinliği*Ekim şekli	0,0315	0,0158	2	0,0886
Yıl*Lateral derinliği	0,1029	0,0514	2	0,0014*
Yıl*Ekim şekli*Lateral derinliği	0,0273	0,0136	2	0,1195
Hata	0,1408		24	
Genel	12,3136		47	
CV	0,0121			

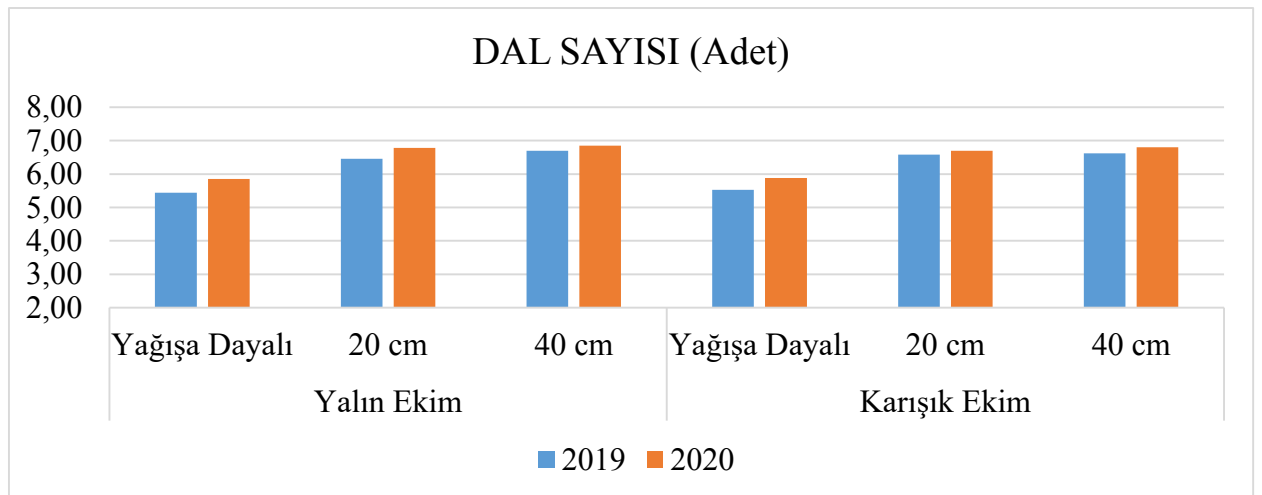
(\*) %5 önem seviyesinde anlamlı

Araştırmada elde edilen ana sap dal sayıları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Araştırmada elde edilen ana sap dal sayıları

ANA SAP DAL SAYISI (adet)					
Ekim Şekli	Lateral Derinliği	2019	2020	Ortalama	Ekim Şekli Ort
Yalın Ekim	Yağışa Dayalı	5,44g	5,85f	5,65d	6,35
	20 cm	6,46e	6,78ab	6,62c	
	40 cm	6,70bc	6,85a	6,78a	
Ort		6,20b	6,49a	6,35	
Karışık Ekim	Yağışa Dayalı	5,53g	5,88f	5,70d	6,35
	20 cm	6,58d	6,69bcd	6,64bc	
	40 cm	6,62cd	6,80ab	6,71ab	
Ort		6,24b	6,46a	6,35	
Yıllar Ort		6,22b	6,48a	6,35	
Yağışa Dayalı		5,48e	5,87d	5,67c	
20 cm		6,52c	6,74b	6,63b	
40 cm		6,66b	6,83a	6,74a	

LSD: LD\*EŞ=0,079 Yıl= 0,053 EŞ= 0,053 Y\*EŞ= 0,075 LD= 0,055



Şekil 4.8 Araştırmada elde edilen ana sap dal sayıları grafiği

Yapılan varyans analizi sonucunda ekim şeklinin ana sapta bulunan dal sayısı üzerine etkisi %5 önem seviyesinde anlamsız bulunmuştur. Deneme yıllarının, lateral derinliklerinin ve lateral derinliği\*yıl interaksyonunun ana sap dal sayısı üzerine etkisi ise %5 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.11).

En yüksek bitki dal sayısı değeri yalın yoncunun 40 cm derinliğinde laterallerle sulanan parselden (6,78 adet/bitki) elde edilirken, en düşük sayı yağışa dayalı yetiştirilen yalın yoncadan (5,65 adet/bitki) elde edilmiştir. Sulanan koşullarda yetiştirilen bitkilerde dal sayısının daha fazla olduğu, yağışa dayalı koşullarda yetiştirilen bitkilerde ise daha az olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Elde edilen sonuçlar Lermi ve Palta (2014)'nın elde ettiği 4 ana dal, 4 yan dal sayısından ve Mutlu (2019)'un bildirdiği, 4,9, 4,3, 5,4, 4,8 adet/bitki sayısından daha yüksek çıkmıştır. Gökalp vd. (2017)'nin bildirdiği 7,9 ile 9,4 adet/bitki değerlerine ise benzerlik göstermektedir. Aradaki farklılığın tür ve çeşit özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.5. Botanik Kompozisyonda Bulunma Oranları

Araştırmada elde edilen botanik kompozisyonda bulunma oranlarına ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13 Botanik kompozisyonda bulunma oranlarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	K.O.	S.D.	F Değeri
Yıl	3,0140	3,0140	1	0,0114*
Bloklar	0,9381	0,3127	3	0,4826
Lateral derinliği	170,7685	85,3843	2	<,0001*
Yıl*Lateral derinliği	8,9050	4,4525	2	0,0007*
Hata	5,4469		15	
Genel	189,0725		23	
CV		0,0278		

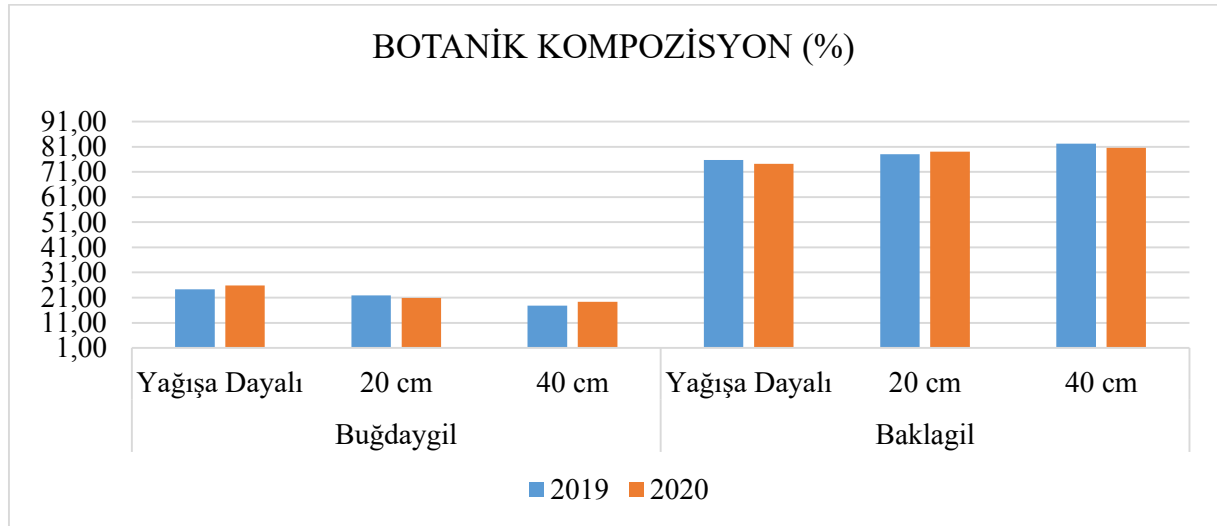
(\*) %5 önem seviyesinde anlamlı, (\*\*) %1 önem seviyesinde anlamlı

Araştırmada elde edilen botanik kompozisyonda bulunma oranları Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14 Araştırmada elde edilen botanik kompozisyonda bulunma oranları

<b>BOTANİK KOMPOZİSYONDA BULUNMA ORANI (%)</b>					
<b>Familiya</b>	<b>Lateral Derinliği</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Familyalar Ort</b>
<b>Buğdaygil</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	24,34b	25,85a	25,09a	21,70
	<b>20 cm</b>	21,93c	20,92d	21,42b	
	<b>40 cm</b>	17,76e	19,39f	18,57c	
<b>Ort</b>		21,34b	22,05a	21,70	
<b>Baklagil</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	75,66e	74,15f	74,91c	78,30
	<b>20 cm</b>	78,07d	79,08c	78,58b	
	<b>40 cm</b>	82,24a	80,61b	81,43a	
<b>Ort</b>		78,66a	77,95b	78,30	

LSD:  $Yıl=0,524$   $Y*LD=0,908$   $LD=0,642$



Şekil 4.9 Araştırmada elde edilen botanik kompozisyonda bulunma oranları grafiği



Yapılan varyans analizi sonucunda deneme yıllarının, lateral derinliklerinin ve yıl\*lateral derinliği interaksiyonun botanik kompozisyonda familyaların bulunma oranı üzerine etkisi %5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13).

LSD sınıflandırmasında botanik kompozisyonda buğdaygillerin en fazla oranda (%25,09) yağışa dayalı koşullarda yetiştirilen parsellerden elde edildiği, en düşük oranın (%18,57) ise 40 cm toprak derinliğine yerleştirilen laterallerle sulanan parsellerden elde edildiği görülmüştür (Çizelge 4.14).

Yolcu (2005), farklı ekim şekli ve gübrelemenin yonca kılçıksız brom karışımında ot verimine ve otun bazı özelliklerine etkilerini araştırmak amacıyla yaptığı çalışmada botanik kompozisyonda baklagil oranının 1. biçimde %40,40, ikinci biçimde ise %79,70 olarak tespit edildiğini bildirmiştir. Spandl ve Hesterman (1997) yonca, kılçıksız brom ve kelp kuyruğunun karışım halinde ekildiği çalışmada ikinci ve üçüncü biçim dönemlerinde karışımlardaki yonca oranın %87 ve %96 oranlarına çıktığını, botanik kompozisyonda buğdaygil varlığının azaldığını bildirmişlerdir. Yüksel (2012), suni çayır tesisinde yonca ile karışıma girebilecek en uygun buğdaygil yem bitkileri oranını tespit etmek amacıyla yaptığı çalışmada yonca ile (*Medicago sativa* L.), çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.), domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.), çayır yumağı (*Festuca pratensis* L.) ve kılçıksız brom (*Bromus inermis* Leyss.) yalın ve ikili karışımlar halinde yetiştirmiştir. Karışımlarda yonca %20, %30 ve %40 oranlarında, buğdaygiller ise %80, %70 ve %60 oranlarında yer almışlardır. Çalışmanın ikinci verim yılında kuvvetlenen yonca karışım parsellerinde baskınlığını artırmış ve bütün karışımlarda üstün olan tür konumuna gelmiştir. Denemenin her iki yılında da kuru otta yonca oranı karışımdaki yonca ekim oranının oldukça üzerinde gerçekleşmiştir. Karışımlarda artan yonca ekim oranına paralel olarak kuru otta yonca oranları da artış göstermiştir. Çınar (2012), karışımda yonca oranının ilk yıl %12,7 olduğunu takip eden yıllarda %55 lere çıktığını bildirmiştir. Sima vd.(2010), Romanya'nın Transilvanya bölgesinde yürüttükleri çalışmada geçici meralarda bazı çok yıllık buğdaygil ve baklagil yem bitkilerini karışım halinde ekerek botanik kompozisyon ve verim değişimlerini incelemişlerdir. Baklagil yem bitkilerinin özellikle karışımdaki oranlarının %40 dan az olduğu konularda botanik kompozisyonda artış sağladığını bildirmişlerdir. Yavuz ve Karadağ (2016a) yaptıkları çalışmada baklagil+buğdaygil karışımlarında zamanla buğdaygiller üzerinde yoncanın baskın hale geldiğini bildirmişlerdir. Erol (2007) yonca botanik kompozisyondaki yonca oranın yıllar içerisinde artış gösterdiğini arttığını kılçıksız brom oranının azaldığını dolayısıyla yoncanın kılçıksız bromla karşı üstünlük sağladığını bildirmiştir.

Çalışmada elde edilen veriler daha önce yapılan çalışmalarla oldukça benzerlik göstermiştir. Karışık ekimde 4 bitki türü de %25 oranında eşit şekilde ekilmişken yıllar içerisinde karışımda tek baklagil olan yonca baskın hale gelmiştir. Botanik kompozisyonda buğdaygillerin oranı %75,00'den %21,70'e gerilemiştir. Özellikle 40 cm derinliğe yerleştirilen laterallerle sulanan konularda baklagillerin oranının daha yüksek olduğu (%81,43) gözlenmiştir. En fazla buğdaygil oranı ise yağışa dayalı koşullarda yetiştirilen parsellerden (%25,09) elde edilmiştir. Karışımda bulunan buğdaygillerin serin iklim bitkisi olması ve sulu koşullarda yoncanın verim ve yayılma kabiliyetinin yüksek olması botanik kompozisyonda baklagillerin hâkim hale gelmesinin nedeni olarak gösterilebilir. Bunun yanında buğdaygiller familyasında bulunan bitkiler deneme parselleri içerisinde homojen bir dağılım göstermemiş, parsel kenarlarına doğru yayılma göstermişlerdir (Şekil 4. 10) .



Şekil 4.10 Karışık ekilen parsel görüntüsü

#### 4.6. Yeşil Ot Verimi (kg/da)

Araştırmanın birinci yılı olan 2019 yılı içerisinde sulanan parsellerden 7 biçim, yağışa dayalı koşullarda yetiştirilen parsellerden ise 6 biçim alınmıştır. İlk biçim 24 Nisan 2019

tarihinde olmak üzere, sırasıyla 29.05.2019, 24.06.2019, 22.07.2019, 19.08.2019, 17.09.2019 ve 30.10.2019 tarihlerinde biçimler gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın ikinci yılı olan 2020 yılı içerisinde sulanan parsellerden 7 biçim, yağışa dayalı koşullarda yetiştirilen parsellerden ise 5 biçim alınmıştır. İlk biçim 11 Mayıs 2020 tarihinde olmak üzere, sırasıyla 10.06.2020, 02.07.2020, 28.07.2020, 26.08.2020, 28.09.2020 ve 02.11.2020 tarihlerinde biçimler gerçekleştirilmiştir. Araştırmada elde edilen yeşil ot verimlerine ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15 Araştırmada elde edilen yeşil ot verimlerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	K.O.	S.D.	F Değeri
<b>Yıl</b>	679102,20	679102,20	1	0,0200*
<b>Bloklar</b>	742524,20	123754,03	3	0,2461
<b>Ekim şekli</b>	3703979,63	3703979,63	1	0,0003*
<b>Yıl*Ekim şekli</b>	159426,48	159426,48	1	0,1785
<b>Lateral derinliği</b>	352036216,00	176018108,00	2	<,0001*
<b>Lateral derinliği*Ekim şekli</b>	3045355,30	1522677,65	2	<,0001*
<b>Yıl*Lateral derinliği</b>	84686,73	42343,36	2	0,2215
<b>Yıl*Ekim şekli*Lateral derinliği</b>	1229633,68	614816,84	2	<,0001*
<b>Hata</b>	632788,00		24	
<b>Genel</b>	362725938,00		47	
<b>CV</b>	0,0193			

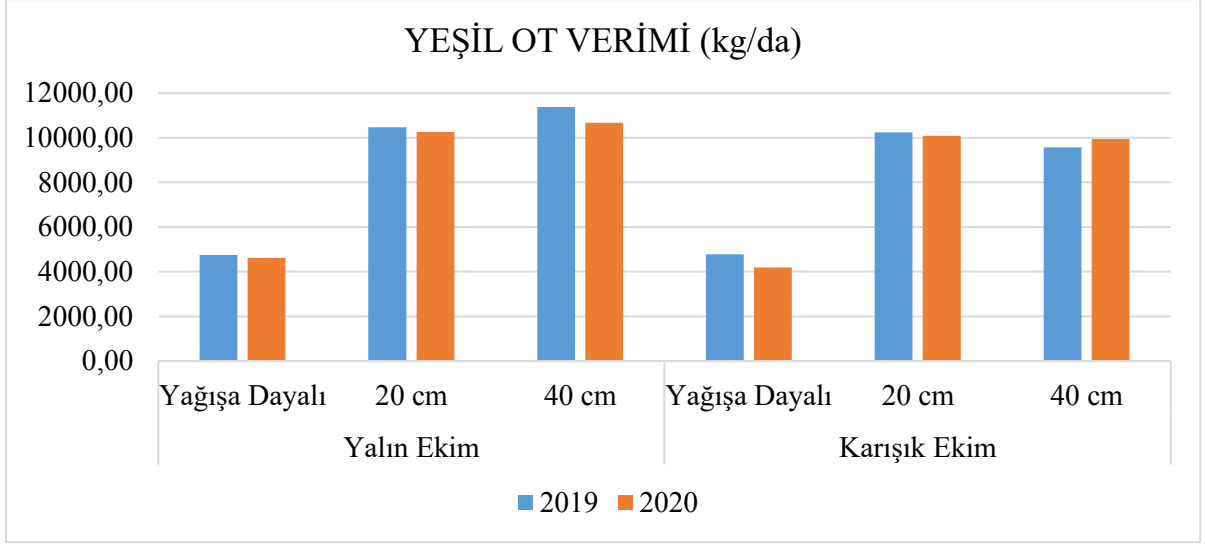
(\*) %5 önem seviyesinde anlamlı

Araştırmada elde edilen yeşil ot verimleri Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16 Araştırmada elde edilen yeşil ot verimleri

<b>YEŞİL OT VERİMİ (kg/da)</b>					
<b>Ekim Şekli</b>	<b>Lateral Derinliği</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Ekim Şekli Ort</b>
<b>Yalın Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	4752,40g	4623,11g	4687,76e	8694,60a
	<b>20 cm</b>	10474,72bc	10254,97cd	10364,85b	
	<b>40 cm</b>	11386,40a	10675,98b	11031,19a	
<b>Ort</b>		8871,17a	8518,02b	8694,60	
<b>Karışık Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	4778,85g	4196,27h	4487,56f	8139,02b
	<b>20 cm</b>	10246,94cd	10085,70de	10166,32c	
	<b>40 cm</b>	9575,22f	9951,15e	9763,18d	
<b>Ort</b>		8200,34c	8077,71c	8139,02	
<b>Yıllar Ort</b>		8535,75a	8297,86b	8416,81	
<b>Yağışa Dayalı</b>		4765,62c	4409,69d	4587,66c	
<b>20 cm</b>		10360,83a	10170,34b	10265,58b	
<b>40 cm</b>		10480,81a	10313,57ab	10397,19a	

LSD: LD\*EŞ=167,56 Yıl= 185,147 EŞ= 185,147 Y\*EŞ= 261,838 LD= 118,486



Şekil 4.11 Araştırmada elde edilen yeşil ot verimleri grafiği

Yapılan varyans analizi sonucunda deneme yıllarının, ekim şeklinin, lateral derinliklerinin, lateral derinliği\*ekim şekli interaksiyonunun ve yıl\*ekim şekli\*lateral derinliği interaksiyonunun yeşil ot verimi üzerine etkisi %5 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Ekim şekline göre incelendiğinde en yüksek verim yalın ekilen yoncadan elde edilmiştir. Karışık ekilen yoncanın verimi daha düşük gerçekleşmiştir.

Ekim şekli \* lateral derinliği interaksiyonuna göre yapılan analizlerde yalın ekilen yoncanın 40 cm toprak derinliğine yerleştirilen laterallerle sulanan parsellerinde en yüksek verim elde edilirken, karışık ekimde 20 cm derinliğine yerleştirilen laterallerle sulanan parsellerde en yüksek verim elde edilmiştir. Bunun nedeni olarak karışık ekimde bulunan buğdaygillerin saçak köklerinin olmasının sonucu daha yüzlek kökler oluşturması ve 20 cm derinliğe yerleştirilen laterallerin yakınlarında suyu buldukça bu bölgedeki sudan daha iyi yararlanması gösterilebilir. Aynı şekilde yalın ekilen konularda bulunan yonca bitkisi ise kazık köke sahiptir ve bitki kökleri daha derinlerdeki sudan iyi yararlanabilmektedir.

Her iki ekim şeklinde de en düşük verim yağışa dayalı konulardan alınmıştır. Yağışa dayalı koşullarda yetiştirilen parsellerden 2020 yılında 2019 yılına göre bir biçim eksik alınmıştır. Bunun nedeni 2020 yılı temmuz ve ağustos aylarında çalışmanın yürütüldüğü alanda 2,6 mm yağış alınması olarak görülmüştür.

En yüksek yeşil ot verimi 40 cm derinliğe yerleştirilen laterallerle sulanan yalın ekilen yoncadan (11.031,19 kg/da) elde edilirken en düşük verim yağışa dayalı karışık ekilen yoncadan (4.487,56 kg/da) elde edilmiştir. LSD sınıflandırılması sonucunda her konu ayrı bir sınıfta yer almıştır (Çizelge 4.16).

Araştırma sonuçlarında yıllar arası yeşil ot verimleri arasında meydana gelen fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Tesisin ikinci yılı, denemenin birinci yılı olan 2019 yılında elde edilen ortalama yeşil ot verimi 8.535,75 kg/da 2020 yılında elde edilen yeşil ot verimi ise 8.297,86 kg/da olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.2). Yıllar arası farkın ortaya çıkma nedeni 2019 yılı ile 2020 yılı arasındaki temmuz ağustos aylarını yağış toplamının yağışa dayalı yetiştirilen parsellerde meydana getirdiği verim düşüklüğü olarak görülmüştür. 2020 yılında bu parsellerde 2019 yılına göre bir biçim eksik alınmıştır. Eksik alınan bu biçim de yıllar ortalama verim değerlerine yansımıştır.

Kazumba vd. (2010), İsrail’de yonca bitkisi ile yaptıkları çalışmada 3 farklı lateral aralığı (100, 150 ve 200 cm)ve iki farklı lateral derinliği (20 ve 40 cm) uygulayarak yüzey altı damla sulama sistemi kullanmışlardır. Araştırmacılar iki yıl yürüttükleri çalışmada tüm lateral aralıklarında en yüksek verimi 40 cm derinliğe yerleştirilen lateral uygulamalarından elde edildiğini bildirmişlerdir. Farklı yonca çeşitlerinin ot verimi ve bazı kalite özelliklerini belirlemek için yapılan araştırmada çeşitlere göre iki yıllık toplam kuru ot veriminin 2.107,0 kg/da ile 4.330,5 kg/da arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Engin ve Mut, 2017). Yelsiz (2019), Isparta’da yürüttüğü çalışmada Bilensoy yonca çeşidine beş farklı su düzeyi (I100, I75, I50, I25, I0) uygulanmıştır. %100 sulama yapılan uygulamada bitki su tüketiminin 839,1 mm olduğunu bildirmiştir. Sulanmayan konuda 1522,6 kg/da kuru ot verimi elde ederken, tam sulama yapılan konuda 2.819,5 kg/da kuru ot verimi elde etmiştir. Li ve Su (2017), yoncada ETc’nin %100’ü, %66’sı ve %33’ünü göz önüne alarak yaptıkları sulama uygulamaları sonucunda azalan sulama suyu miktarıyla yem veriminin azaldığını, mevsimsel ortalama kuru ot veriminin 11.577 ile 18.636 kg/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Keskin vd. (2020), bazı yonca çeşitlerinin ot verimlerinin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri 3 yıllık sonuçlarına göre, 3.966,0–6.180,4 kg/da yaş ot verimi ve 979,7-1.586,7 kg/da arasında kuru ot verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir.



#### 4.7. Kuru Ot Verimi (kg/da)

Araştırmada elde edilen kuru ot verimlerine ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17 Araştırmada elde edilen kuru ot verimlerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	K.O.	S.D.	F Değeri
Yıl	100307,00	100307,00	1	0,0004*
Bloklar	27102,90	4517,14	3	0,1685
Ekim şekli	140689,00	140689,00	1	0,0002*
Yıl*Ekim şekli	15004,30	15004,30	1	0,0330*
Lateral Derinliği	9452115,0	4726057,00	2	<,0001*
Lateral derinliği*Ekim şekli	187531,00	93765,70	2	<,0001*
Yıl*Lateral derinliği	59919,90	29960,00	2	<,0001*
Yıl*Ekim şekli*Lateral derinliği	52134,30	26067,20	2	0,0002*
Hata	48166,00		24	
Genel	10094810,0		47	
CV	0,0245			

(\*) %5 önem seviyesinde anlamlı

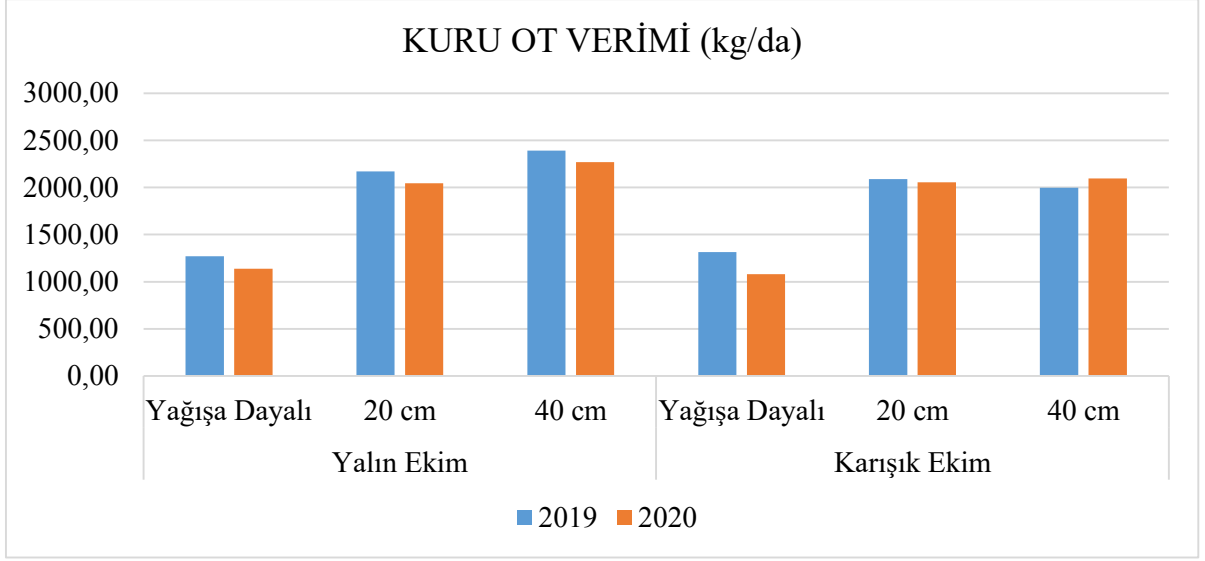
Araştırmadan elde edilen yeşil ot verimleri Çizelge 4.18’te verilmiştir.

Çizelge 4.18 Araştırmada elde edilen kuru ot verimleri

<b>KURU OT VERİMİ (kg/da)</b>					
<b>Ekim Şekli</b>	<b>Lateral Derinliği</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Ekim Şekli Ort</b>
<b>Yalın Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	1.270,07f	1.137,39g	1.203,73d	1.880,51a
	<b>20 cm</b>	2.171,54c	2.044,82d	2.108,18b	
	<b>40 cm</b>	2.390,11a	2.269,14b	2.329,62a	
<b>Ort</b>		1.943,91a	1.817,12b	1.880,51	
<b>Karışık Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	1.316,02f	1.081,82g	1.198,92d	1.772,23b
	<b>20 cm</b>	2.088,14d	2.056,49de	2.072,31bc	
	<b>40 cm</b>	1.996,64e	2.094,29de	2.045,46c	
<b>Ort</b>		1.800,27b	1.744,20c	1.772,23	
<b>Yıllar Ort</b>		1.872,09a	1.780,66b	1.826,37	
<b>Yağışa Dayalı</b>		1.293,05d	1.109,61e	1.201,33c	
<b>20 cm</b>		2.129,84a	2.050,66c	2.090,25b	
<b>40 cm</b>		2.193,37a	2.181,72b	2.187,54a	

LSD: LD\*EŞ=46,23 Yıl= 31,38 EŞ= 31,38 Y\*EŞ= 44,37 LD= 32,69





Şekil 4.12 Araştırmada elde edilen kuru ot verimleri grafiği

Yapılan varyans analizi sonucunda deneme yıllarının, ekim şeklinin lateral derinliklerinin, lateral derinliği\*ekim şekli interaksiyonun ve yıl\*ekim şekli\*lateral derinliği interaksiyonun kuru ot verimi üzerine etkisi %5 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Ekim şekline göre en yüksek kuru ot verimi yalın yoncadan (1.880,51 kg/da) elde edilmiştir. Karışık ekimde kuru ot verimi 1.772,23 kg/da olarak tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçlarında yıllar arası kuru ot verimleri arasında meydana gelen fark istatistik olarak anlamlı bulunmuştur. Tesisin ikinci yılı denemenin birinci yılı olan 2019 yılında elde edilen ortalama kuru ot verimi 1.872,09 kg/da 2020 yılında elde edilen kuru ot verimi ise 1.780,66 kg/da olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.18). Yıllar arası farkın ortaya çıkma nedeni 2019 yılı ile 2020 yılı arasındaki temmuz ağustos aylarını yağış toplamının yağışa dayalı yetiştirilen parsellerde meydana getirdiği verim düşüklüğü olarak görülmüştür. 2020 yılında bu parsellerde 2019 yılına göre bir biçim eksik alınmıştır. Eksik alınan bu biçim de yıllar ortalama verim değerlerine yansımıştır.

Ekim şekli\*lateral derinliği interaksiyonuna göre yapılan analizlerde yalın ekilen yoncanın 40 cm toprak derinliğine yerleştirilen laterallerle sulanan parsellerinde en yüksek verim (2.329,62 kg/da) elde edilirken, karışık ekilen yoncanın ise 20 cm derinliğine yerleştirilen laterallerle sulanan parsellerinde (2.072,31 kg/da) en yüksek verim elde edilmiştir. Bunun nedeni olarak karışık ekimde bulunan buğdaygillerin saçak köklerinin olması ve daha yüzlek

kökler oluşturması ve 20 cm derinliğe yerleştirilen laterallerin yakınlarında suyu buldukça bu bölgedeki sudan daha iyi istifade etmesi gösterilebilir. Aynı şekilde yalnız ekimde bulunan yonca ise kazık köke sahiptir ve bitki kökleri daha derinlerdeki sudan iyi istifade edebilmektedir.

Her iki ekim şeklinde de en düşük verim yağışa dayalı parsellerden alınmıştır.

En yüksek kuru ot verimi 40 cm derinliğe yerleştirilen laterallerle sulanan yalnız ekilen yoncadan (2.329,62 kg/da) elde edilirken en düşük verim yağışa dayalı yetiştirilen yalnız ve karışık ekimden (1.203,73 ve 1.198,92 kg/da) elde edilmiştir.

#### 4.8. Ham Protein Oranı (%)

Araştırmada elde edilen ham protein oranlarına ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.119'da verilmiştir.

Çizelge 4.19 Araştırmada elde edilen ham protein oranlarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	K.O.	S.D.	F Değeri
Yıl	29,0319	29,0319	1	<,0001*
Bloklar	0,1527	0,0255	3	0,9718
Ekim şekli	1,1939	1,1939	1	0,0269*
Yıl*Ekim şekli	3,5371	3,5371	1	0,0024*
Lateral derinliği	1,2559	0,6279	2	0,0034*
Lateral derinliği*Ekim şekli	1,6297	0,8148	2	0,0010*
Yıl*Lateral derinliği	4,5421	2,2710	2	<,0001*
Yıl*Ekim şekli*Lateral derinliği	3,0009	1,5005	2	<,0001*
Hata	2,0752		24	
Genel	47,2633		47	
CV	0,0148			

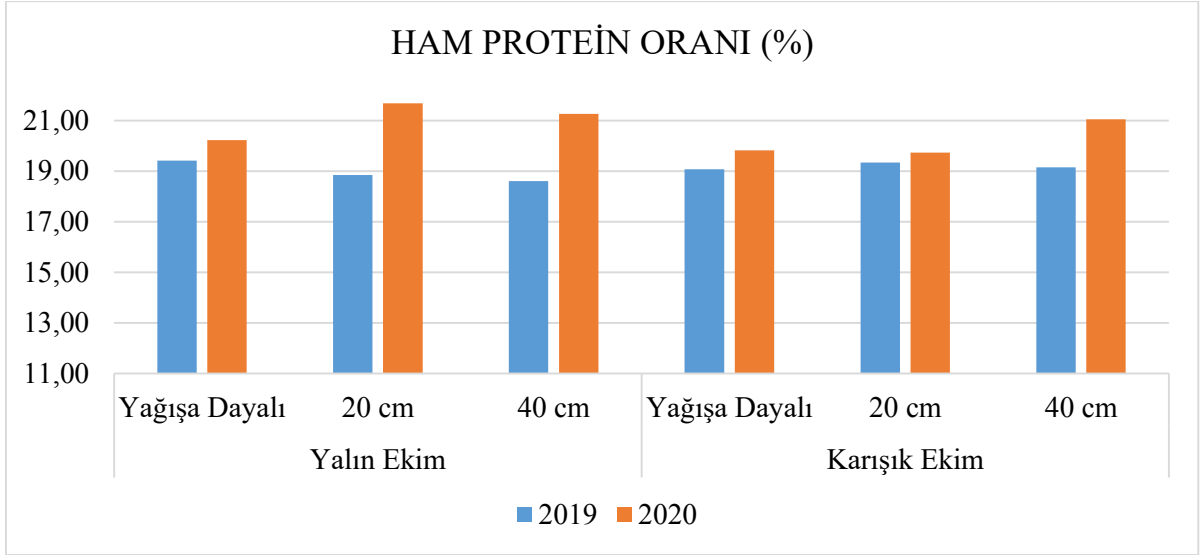
(\*) %5 önem seviyesinde anlamlı

Araştırmada elde edilen ham protein oranları izelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20 Araştırmada elde edilen ham protein oranları

<b>HAM PROTEİN ORANI (%)</b>					
<b>Ekim şekli</b>	<b>Lateral Derinliği</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Ekim şekli Ort</b>
<b>Yalın Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	19,42def	20,22c	19,82bc	20,01a
	<b>20 cm</b>	18,85gh	21,68a	20,27a	
	<b>40 cm</b>	18,61h	21,27ab	19,94b	
<b>Ort</b>		18,96a	21,06b	20,01a	
<b>Karışık Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	19,07fg	19,82cd	19,44d	19,69b
	<b>20 cm</b>	19,34ef	19,73de	19,53cd	
	<b>40 cm</b>	19,15fg	21,05b	20,10ab	
<b>Ort</b>		19,19c	20,20c	19,69b	
<b>Yıllar Ort</b>		19,07b	20,63a	19,85	
<b>Yağışa Dayalı</b>		19,24d	20,02c	19,63b	
<b>20 cm</b>		19,09de	20,71b	19,89a	
<b>40 cm</b>		18,88e	21,16a	20,02a	

LSD: LD\*Eş=0,303 Yıl= 0,264 Eş= 0,264 Y\*Eş= 0,374 LD= 0,214



Şekil 4.13 Araştırmada elde edilen ham protein oranları grafiği

Yapılan varyans analizi sonucunda deneme yıllarının, ekim şeklinin lateral derinliklerinin, lateral derinliği\*ekim şekli interaksiyonun ve yıl\*ekim şekli\*lateral derinliği interaksiyonun ham protein oranına etkisi %5 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Araştırmamızda ekim şekline göre yapılan karşılaştırmada yalın ekilen yoncanın ham protein içeriğinin karışık ekilene oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.13). Güney vd. (2016), çiftlik hayvanları için kaba yem kalite standartlarında ilk sırada %19 ve daha fazla ham protein, %31'den daha az ADF içeriği, %40'tan daha az NDF içeriği bulunan kaba yemlerin bulunduğunu bildirmişlerdir. Serin vd. (1998), çalışmalarında en yüksek ham protein oranının yalın ekilen baklagillerden elde edildiğini bildirmişlerdir. Güngör vd. (2008), yürüttükleri çalışmada yonca kuru otlarında ham protein oranlarının %11,44 ile %20,79 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ankara koşullarında bazı buğdaygil ve baklagil yem bitkilerinden oluşan yapay mera kurulması üzerine yapılan bir çalışmada en yüksek ham protein oranının yoncadan elde edildiği görülmüştür (Albayrak ve Ekiz, 2005). Bayraktar (2005), Ball vd.(2001), ve Baytekin ve Gül (2009)'ün bildirdiğine göre baklagillerle karışım halinde ekilen buğdaygillerin ham protein oranları yalın ekilen buğdaygillerden daha yüksek, yalın ekilen baklagillerin ham protein değerleri de buğdaygillerle karışım halinde ekilen baklagillerden daha yüksektir. Araştırma sonucuna göre de diğer araştırmacıların bildirdiği gibi yalın ekilen yoncanın ham protein oranı %20,01 olarak belirlenirken buğdaygillerle karışık ekilen yoncanın ham protein oranı %19,69 olarak belirlenmiştir.

Lateral derinliklerinin karşılaştırılmasında 20 cm toprak derinliğine gömülen damlatıcılarla 40 cm toprak derinliğine gömülen damlatıcıların bitkilerin ham protein içeriği üzerine etkisi anlamlı bulunmamıştır. Her iki lateral derinliği de LSD sınıflandırmasında aynı sınıfta yer almıştır (Çizelge 4.20).

#### 4.9. Ham Selüloz Oranı (%)

Araştırmada elde edilen ham selüloz oranlarına ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21 Araştırmada elde edilen ham selüloz oranlarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	K.O.	S.D.	F Değeri
<b>Yıl</b>	14,1159	14,1159	1	0,0051*
<b>Bloklar</b>	7,2967	2,4322	3	0,2933
<b>Ekim şekli</b>	11,6920	11,6920	1	0,0079*
<b>Yıl*Ekim şekli</b>	10,0925	10,0925	1	0,0109*
<b>Lateral derinliği</b>	77,5801	38,7901	2	<,0001*
<b>Lateral derinliği*Ekim şekli</b>	30,9085	15,4543	2	<,0001*
<b>Yıl*Lateral derinliği</b>	3,1998	1,5999	2	0,0861
<b>Yıl*Ekim şekli*Lateral derinliği</b>	6,2051	3,1025	2	0,0126*
<b>Hata</b>	14,1138		24	
<b>Genel</b>	179,7884		47	
<b>CV</b>	0,0236			

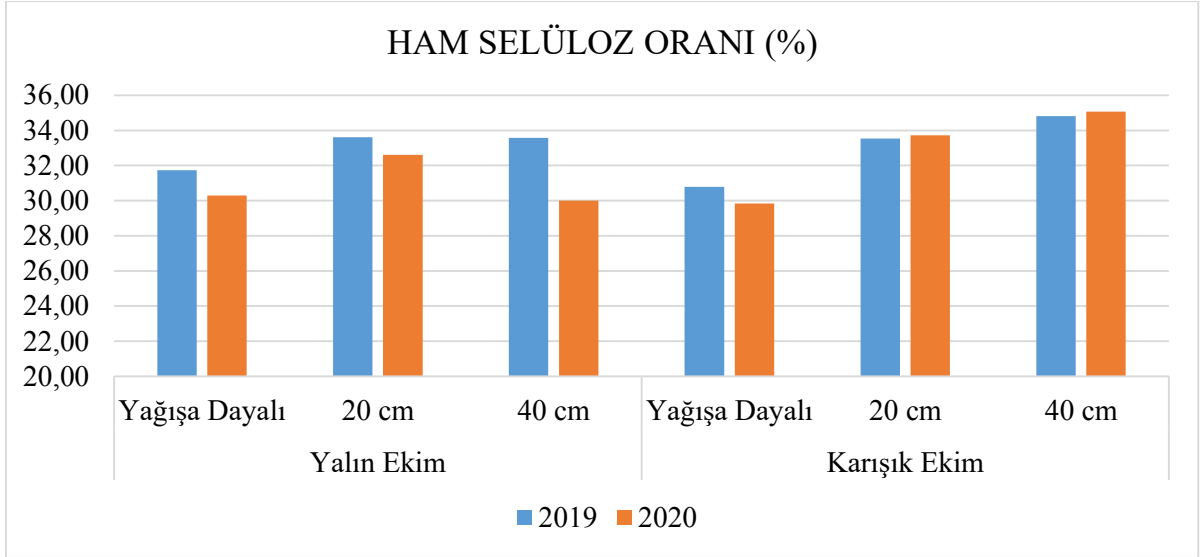
(\*) %5 önem seviyesinde anlamlı

Araştırmada elde edilen ham selüloz oranları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22 Araştırmada elde edilen ham selüloz oranları

<b>HAM SELÜLOZ ORANI (%)</b>					
<b>Ekim şekli</b>	<b>Lateral Derinliği</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Ekim şekli Ort</b>
<b>Yalın Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	31,74de	30,31f	31,02cd	31,97b
	<b>20 cm</b>	33,60c	32,61cd	33,10b	
	<b>40 cm</b>	33,58c	30,01f	31,79c	
<b>Ort</b>		32,97a	30,97b	31,97	
<b>Karışık Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	30,79ef	29,84f	30,32d	32,96a
	<b>20 cm</b>	33,53c	33,72bc	33,63b	
	<b>40 cm</b>	34,81ab	35,07a	34,94a	
<b>Ort</b>		33,05a	32,88a	32,96	
<b>Yıllar Ort</b>		33,01a	31,92b	32,47	
<b>Yağışa Dayalı</b>		31,27d	30,07e	30,67b	
<b>20 cm</b>		33,57ab	33,16bc	33,37a	
<b>40 cm</b>		34,19a	32,54c	33,37a	

LSD: LD\*Eş=0,791 Yıl= 0,617 Eş= 0,617 Y\*Eş= 0,873 LD= 0,559



Şekil 4.14 Araştırmada elde edilen ham selüloz oranları grafiği

Yapılan varyans analizi sonucunda deneme yıllarının, ekim şeklinin lateral derinliklerinin, lateral derinliği\*ekim şekli interaksyonunun ve yıl\*ekim şekli\*lateral derinliği interaksyonunun ham selüloz oranı üzerine etkisi %5 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Araştırmamızda ekim şekline göre yapılan karşılaştırmada karışık ekimin ham selüloz oranlarının (%32,96), yalın ekimden daha yüksek olduğu görülmüştür (%31,97). Lateral derinliklerine göre yapılan karşılaştırmada en yüksek ham selüloz oranı 40 cm derinliğe yerleştirilen laterallerle sulanan karışık ekilen yoncadan (%34,94) elde edilirken en düşük oran yağışa dayalı yetiştirilen yalın ve karışık ekimden (%30,32 ve 31,02 kg/da) elde edilmiştir. LSD sınıflandırılması sonucunda her konu ayrı bir sınıfta yer alırken yağışa dayalı yetiştirilenler aynı sınıfta yer almıştır (Çizelge 4.22).

Okuyucu (2018) yürüttüğü çalışmada üç farklı dönemde hasat edilen yonca silajının yem değerlerini incelediğinde Hemiselüloz içeriğinin çiçeklenme başlangıcı döneminde hasat edilen bitkilerde %13,35, selüloz oranının ise %31,35 oranında olduğunu bildirmiştir. Güngör, vd. (2008), yürüttükleri çalışmada yonca kuru otunda ham selüloz oranının %23,37 ile 34,89 arasında, değiştiğini bildirmişlerdir. Ünalp (2014), yoncada farklı biçim zamanlarında ham selüloz oranının çiçeklenme başlangıcında %28,39 - 32,23, tam çiçeklenme döneminde %31,86 - 33,92 ve meyve bağlama döneminde %34,87 - 41,86 arasında değiştiğini bildirmiştir. Araştırmada yetiştirilen bitkiler %10 çiçeklenme döneminde hasat edilmişlerdir. Elde edilen ham selüloz oranları daha önce yapılmış çalışmalarda elde edilen sonuçlarla benzerlik

göstermiştir. Kaba yemlerde hücre duvarını oluşturan hemiselüloz, selüloz ve lignin ruminantların sindirim organlarında bulunan selülotik bakteriler yardımıyla parçalanabilmekte ve besin olarak kullanılabilir. Bitki çeşidi, olgunluk devresi ve sıcaklığa bağlı olarak hücre duvarının sindirilme düzeyi değişiklik gösterebilmektedir (Yavuz vd., 2009). Yıllar arası karşılaştırmada ve sulanma durumlarına göre karşılaştırmada hava sıcaklık ortalamalarının daha yüksek olduğu 2019 yılında ve sulama yapılan konularda ham selüloz oranları yüksek tespit edilmiştir.

#### **4.10. ADF ve NDF Oranları (%)**

Ruminant hayvanların beslenmesinde kullanılan yemler genel olarak kaba yemler ve kesif yemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Fabrikasyon ürünü olan kesif yemler özellikle ekonomik kaygılardan dolayı sürdürülebilir bir hayvancılık işletmesi için önemli bir gider kalemini oluşturmaktadır. Ancak doğal kaynaklardan elde edilen kaba yemler hem sürdürülebilir bir hayvancılık işletmesi için hem de sağlıklı ruminant hayvanlar için olmazsa olmazlardandır. Günümüzde kaba yemlerin önem kazanması ile her türlü kaynaktan elde edilen kaba yemler için çeşitli kalite parametreleri ve derecelendirme ölçütleri geliştirilmiştir. Bu ölçütlerin en çok kullanılanı Göreceli Yem Değeri (GYD) ve diğer indekslerin birçoğu büyük oranda kaba yemlerin içeriğindeki ADF ve NDF oranını dikkate almaktadır.

Kaba yemlerde bulunan yapısal karbonhidratlar NDF (selüloz, hemiselüloz ve lignin) ve ADF (selüloz, hemiselüloz) olarak iki gruba ayrılır. Yapısal karbonhidratların hayvan beslemede kullanımı, ruminantlarda yemden yararlanmanın artırılması ve rumen sağlığının korunması için önemlidir. Nitekim, NDF ve ADF ruminantlarda tükürük salgısını teşvik ederek rumen pH'sının uygun sınırlar içinde kalmasını sağlar ve böylece mikrobiyal sindirimde görev alan selülotik ve amilolitik bakteriler ile protozoa ve mayalar için uygun ortam sağlamış olur. (Tekce ve Gül 2014).

Araştırmada elde edilen ADF oranlarına ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.23'te verilmiştir.



#### 4.10.1. ADF Oranları

Çizelge 4.23 Araştırmada elde edilen ADF oranlarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	K.O.	S.D.	F Değeri
Yıl	0,0052	0,0052	1	0,0002*
Bloklar	0,0007	0,0001	3	0,3365
Ekim şekli	0,0005	0,0005	1	0,0447*
Yıl*Ekim şekli	0,0000	0,0000	1	0,5504
Lateral derinliği	0,0156	0,0078	2	<,0001*
Lateral derinliği*Ekim şekli	0,0007	0,0003	2	0,0377*
Yıl*Lateral derinliği	0,0004	0,0002	2	0,1191
Yıl*Ekim şekli*Lateral derinliği	0,0003	0,0002	2	0,1949
Hata	0,0021		24	
Genel	0,0260		47	
CV				0,0348

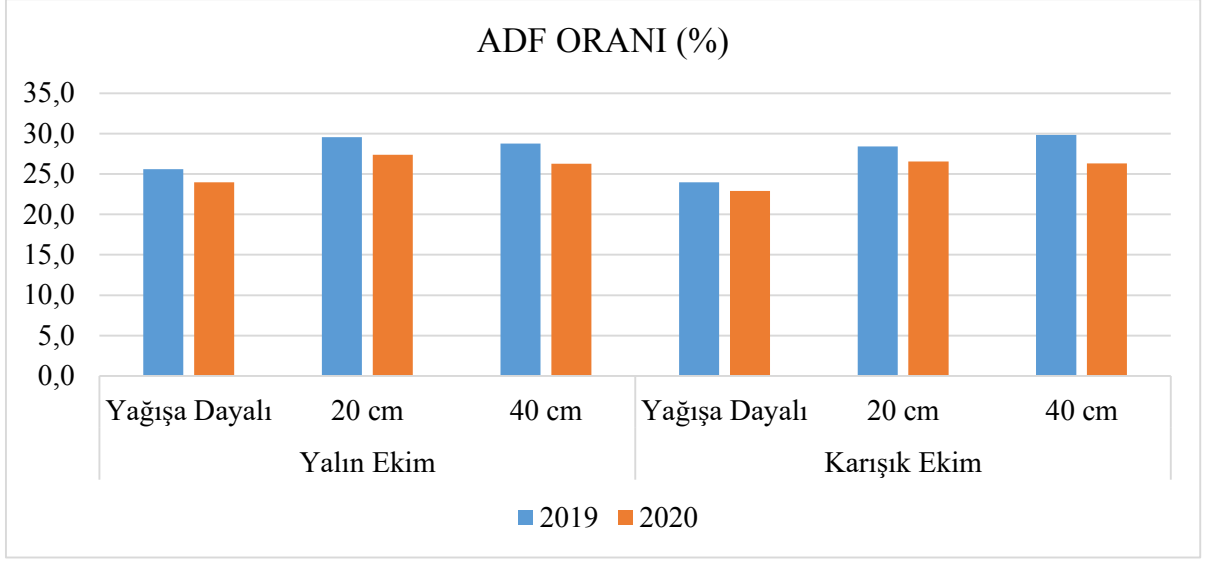
(\*) %5 önem seviyesinde anlamlı

Araştırmada elde edilen ADF oranları izelge 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4.24 Araştırmada elde edilen ADF oranları

<b>ADF ORANI (%)</b>					
<b>Ekim şekli</b>	<b>Lateral Derinliği</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Ekim şekli Ort</b>
<b>Yalın Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	25,60e	23,99f	24,79c	26,93a
	<b>20 cm</b>	29,58ab	27,37	28,47a	
	<b>40 cm</b>	28,76abc	26,29de	27,53ab	
<b>Ort</b>		27,98a	25,88b	26,93	
<b>Karışık Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	23,99f	22,89f	23,44d	26,33b
	<b>20 cm</b>	28,40cd	26,56de	27,48b	
	<b>40 cm</b>	29,85a	26,32e	28,08ab	
<b>Ort</b>		27,41a	25,25c	26,33	
<b>Yıllar Ort</b>		27,70a	25,57b	26,63	
<b>Yağışa Dayalı</b>		24,80c	23,44d	24,12b	
<b>20 cm</b>		28,99a	26,96b	27,97a	
<b>40 cm</b>		29,31a	26,30b	27,81a	

LSD: LD\*Eş=0,009 Yıl= 0,006 Eş= 0,006 Y\*Eş= 0,009 LD= 0,006



Şekil 4.15 Araştırmada elde edilen ADF oranları grafiği

Yapılan varyans analizi sonucunda deneme yıllarının, ekim şeklinin lateral derinliklerinin, lateral derinliği\*ekim şekli interaksyonun ADF oranı üzerine etkisi %5 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.23).

En yüksek ADF oranı 20 cm derinliğe yerleştirilen laterallerle sulanan yalın yoncadan (%28,47) elde edilirken en düşük oran yağışa dayalı karışık ekilen yoncadan (%23,44) elde edilmiştir. LSD sınıflandırılması sonucunda yalın ekilen yoncunun ADF oranlarının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Lateral derinliği açısından değerlendirildiğinde ise en düşük ADF içeriğinin yağışa dayalı yetiştirilen parsellerden (%24,12) elde edildiği gözlenmiştir. Lateral derinliğinin 20 cm veya 40 cm derinlikte olmasının yoncunun ADF oranı üzerine etkisi anlamlı bulunmamıştır. Ekim şekline göre karşılaştırmada yalın ekimin ADF içeriği (%26,93), karışık ekime oranla daha yüksek (%26,33) tespit edilmiştir (Çizelge 4.24).

Petit, vd. (1992) yoncada topraktaki nem miktarının ve hava sıcaklığının artmasıyla birlikte verimin arttığını fakat kalitenin düşme eğiliminde olduğunu bildirmiştir. Yağışa dayalı yetiştirilen yoncalarda ADF değerinin düşük olması aynı zamanda yem kalitesinde artışın göstergesi olduğundan elde edilen sonuçlar bu araştırmacıların sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir. Aynı şekilde ortalama sıcaklıkların daha yüksek olduğu 2019 yılında elde edilen ADF değerleri 2020 yılı değerlerinden daha yüksek elde edilmiştir. Çınar (2012), yürüttüğü araştırmada incelenen tür ve karışımların ortalama ADF oranlarının %26,7- %40,2 arasında değiştiğini, ortalama %32,9 olarak belirlendiğini, en düşük ADF oranının %26,7 ile saf yonca, en yüksek ADF oranının ise %40,2 ile saf adi yalancı darı parsellerinde saptandığını

bildirmiştir. Torricelli vd. (2001), yaptıkları çalışmada varyetelerin ADF oranları %28,89 ile 32,29 arasında değişmiştir. Erbeyi (2017), Alsancak çeşidinden sırasıyla 2015 ve 2016 yıllarında %21,55 ile en düşük ve %30,12 ile en yüksek oranlarda ADF içeriği tespit etmiştir. Turan ve Seydoşoğlu (2020), yalın ve farklı oranlarda yonca, korunga ile İtalyan çimi hasıllarının silaj ve yem kalitesine etkisini araştırdıkları çalışmalarında silajlara ait ortalama ADF oranının %33,07 olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir. Saf yoncadan elde edilen silaj kalitesinin diğer yalın ve karışımlara göre daha üstün olduğu saptanmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir. Yalın ekilen yoncada elde edilen ADF içeriği (26,93), karışık ekimden (26,33) daha yüksek tespit edilmiştir.

#### 4.10.2. NDF Oranı

Araştırmada elde edilen NDF oranlarına ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.25'te verilmiştir.

Çizelge 4.25 Araştırmada elde edilen NDF oranlarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	K.O.	S.D.	F Değeri
Yıl	0,0005	0,0005	1	0,0487*
Bloklar	0,0003	0,0001	3	0,6334
Ekim şekli	0,0000	0,0000	1	0,8748
Yıl*Ekim şekli	0,0001	0,0001	1	0,4425
Lateral derinliği	0,0361	0,0180	2	<,0001*
Lateral derinliği*Ekim şekli	0,0001	0,0000	2	0,6411
Yıl*Lateral derinliği	0,0005	0,0002	2	0,0657
Yıl*Ekim şekli*Lateral derinliği	0,0003	0,0001	2	0,1851
Hata	0,0018		24	
Genel	0,0399		47	
CV	0,0237			

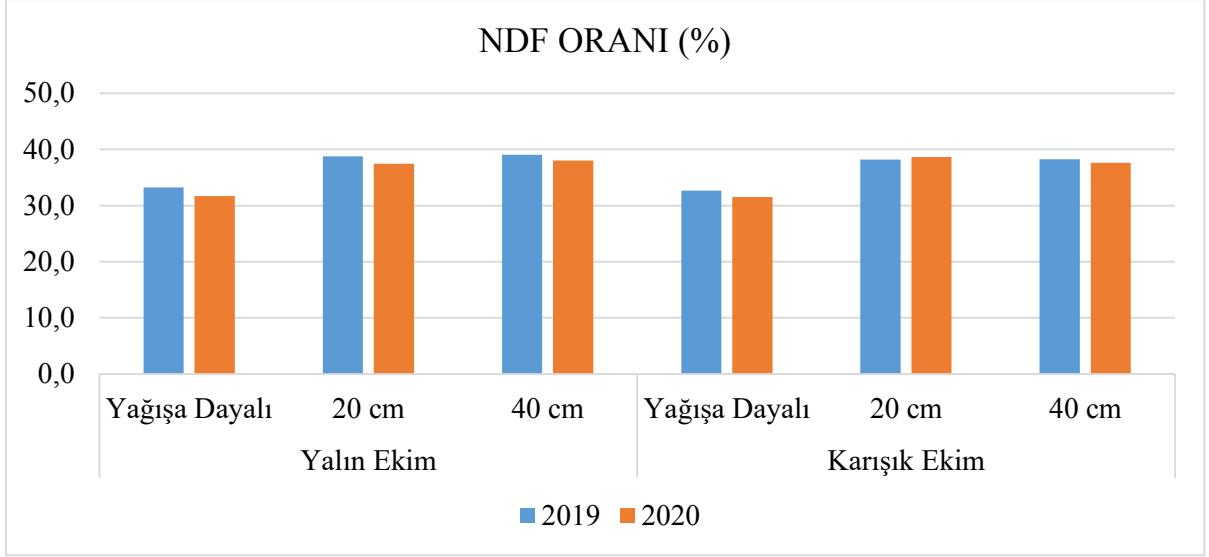
(\*) %5 önem seviyesinde anlamlı

Araştırmada elde edilen NDF oranları izelge 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.26 Araştırmada elde edilen NDF oranları

<b>NDF ORANI (%)</b>					
<b>Ekim Şekli</b>	<b>Lateral Derinliği</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Ekim Şekli Ort</b>
<b>Yalın Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	33,22c	31,71d	32,47b	36,36
	<b>20 cm</b>	38,73ab	37,43b	38,08a	
	<b>40 cm</b>	39,05ab	38,01ab	38,53a	
<b>Ort</b>		37,00a	35,72b	36,36	
<b>Karışık Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	32,63c	31,50d	32,07b	36,13
	<b>20 cm</b>	38,19ab	38,63a	38,41a	
	<b>40 cm</b>	38,22a	37,62ab	37,92a	
<b>Ort</b>		36,35a	35,92b	36,13	
<b>Yıllar Ort</b>		36,68a	35,82b	36,25	
<b>Yağışa Dayalı</b>		32,93b	31,61c	32,27b	
<b>20 cm</b>		38,46a	38,03a	38,25a	
<b>40 cm</b>		38,64a	37,82a	38,23a	

LSD: LD\*EŞ=0,008 Yıl= 0,006 EŞ= 0,006 Y\*EŞ= 0,008 LD= 0,006



Şekil 4.16 Araştırmada elde edilen NDF oranları grafiği

Yapılan varyans analizi sonucunda deneme yıllarının ve lateral derinliklerinin, NDF oranı üzerine etkisi %5 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. LSD sınıflandırılması sonucunda sulu koşullarda yetiştirilen bitkiler aynı sınıfta yer alırken yağışa dayalı koşullarda yetiştirilenler ayrı sınıfta yer almıştır (Çizelge 4.25).

Ekim şekillerinin NDF oranları üzerine etkisi anlamlı bulunmazken en düşük NDF oranı %32,27 ile yağışa dayalı yetiştirilen konulardan elde edilmiştir (Çizelge 4.26).

Cabot, vd. (2017) tamamen sulanan parsellerden %33,9 oranında, 2. biçimden sonra sulamanın kısıtlandığı parsellerde %31,0, 1. biçimden sonra sulamanın kısıtlandığı parsellerden ise %27,9 oranında NDF içeriği elde edildiğini, sulama miktarının azalmasıyla NDF içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir. Çınar (2012), yürüttüğü araştırmada incelenen tür ve karışımların ortalama NDF oranlarının %38,5-70,9 arasında değiştiğini, ortalama %58,3 olarak belirlendiğini bildirmiştir. En düşük NDF oranı %38,5 ile saf yoncada tespit edilmiştir. Erbeyi (2017), Alsancak çeşidinde NDF oranlarını 2015 yılında %36,69 ile 40,64 arasında, 2016 yılında %38,07 ile 41,87 arasında bulmuştur. Turan ve Seydoşoğlu (2020), yalın ve farklı oranlarda yonca, korunga ile İtalyan çimi hasıllarının silaj ve yem kalitesine etkisini araştırdıkları çalışmalarında silajlara ait ortalama NDF oranının %45,46 olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Araştırmada elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir. Yalın ekilen yoncada elde edilen NDF içeriği (%36,36), karışık ekimden

(%36,13) daha yüksek tespit edilmiştir, ancak aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.25, Çizelge 4.26).

#### 4.11. Ham Kül Oranı (%)

Araştırmada elde edilen ham kül oranlarına ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27 Araştırmada elde edilen ham kül oranlarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	K.O.	S.D.	F Değeri
Yıl	0,8667	0,8667	1	0,136
Bloklar	6,8922	1,1487	3	0,0603
Ekim şekli	0,2655	0,2655	1	0,3776
Yıl*Ekim şekli	6,2136	6,2136	1	0,0037*
Lateral derinliği	0,4376	0,2188	2	0,7035
Lateral derinliği*Ekim şekli	1,6503	0,8252	2	0,2793
Yıl*Lateral derinliği	5,7915	2,8958	2	0,0186*
Yıl*Ekim şekli*Lateral derinliği	0,7500	0,3750	2	0,5507
Hata	14,7147		24	
Genel	39,3378		47	
CV	0,0541			

(\*) %5 önem seviyesinde anlamlı

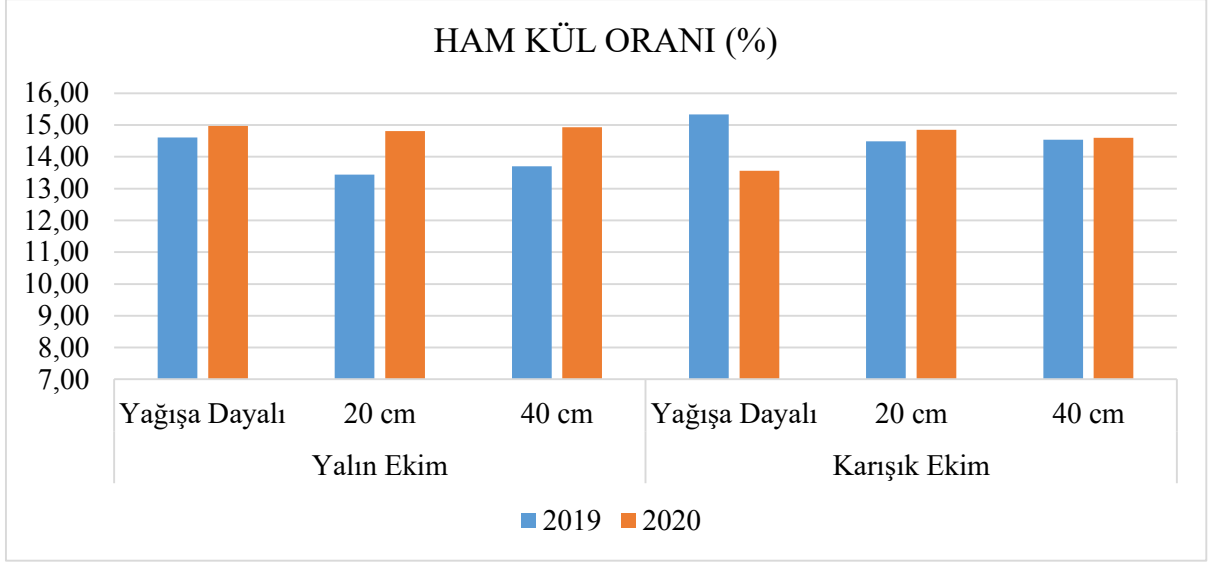
Araştırmada elde edilen ham kül oranları izelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.28 Araştırmada elde edilen ham kül oranları

<b>HAM KÜL ORANI (%)</b>					
<b>Ekim şekli</b>	<b>Lateral Derinliği</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Ekim şekli Ort</b>
<b>Yalın Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	14,61abc	14,97a	14,79	14,41
	<b>20 cm</b>	13,44d	14,81ab	14,12	
	<b>40 cm</b>	13,71bcd	14,93a	14,32	
<b>Ort</b>		13,92c	14,90a	14,41	
<b>Karışık Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	15,33a	13,56a	14,45	14,56
	<b>20 cm</b>	14,49abcd	14,85a	14,67	
	<b>40 cm</b>	14,54abcd	14,59abc	14,56	
<b>Ort</b>		14,79ab	14,34c	14,56	
<b>Yıllar Ort</b>		14,35a	14,62a	14,49	
<b>Yağışa Dayalı</b>		14,98a	14,2abc	14,62	
<b>20 cm</b>		13,96c	14,83ab	14,40	
<b>40 cm</b>		14,12bc	14,76abc	14,44	

LSD:  $LD*E\check{S}=0,808$   $Yl=0,382$   $E\check{S}=0,382$   $Y*E\check{S}=0,540$   $LD=0,571$





Şekil 4.17 Araştırmada elde edilen ham kül oranları grafiği

Araştırmada ekim şekillerinin, lateral derinliklerinin ve lateral derinliği\*ekim şekli interaksiyonunun ham kül içeriği üzerine etkisi anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.27).

Yolcu (2005), yaptığı çalışmasında çapraz, karışık ve alternatif ekim yöntemleriyle ekilen bitkilerin ham kül oranlarının sırasıyla %11,59, 11,47 ve 11,33 oranında olduğunu bildirmiştir. Kır ve Soya (2008), Bazı yonca çeşitlerinde yaptığı çalışmada 5 farklı yonca çeşidini incelemiştir. Çeşitlerin ham kül oranları çalışmanın yıllarına göre sırasıyla %9,99, %10,38 ve %11,19 olarak tespit edildiğini bildirmiştir. Turan (2010), yaptığı araştırmada ham kül oranlarının %8,8 ile %9 arasında olduğunu, en yüksek ham kül oranının %9,1 ile denemenin ikinci yılında elde edildiğini bildirmiştir. Ünalp (2014), yürüttüğü çalışmada farklı gelişme dönemlerinde yoncanın bazı kalite parametrelerini incelemiştir. Araştırmada ham kül oranları çiçeklenme başlangıcında %9,18 ile %10,95 arasında değişmiştir.

Araştırmada elde edilen ham kül oranları daha önce yapılan araştırmacıların çalışmalarında elde edilen ham kül oranlarından yüksek gerçekleşmiştir. Meydana gelen farkın çeşit, bölge ve iklim faktörlerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Araştırma sonucunda sulama yönteminin, lateral derinliklerinin ve ekim şeklinin yalın ve karışık ekilen yoncanın ham kül içeriğine etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.28).

#### 4.12. Kuru Madde Oranı (%)

Araştırmada elde edilen kuru madde oranlarına ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29 Araştırmada elde edilen kuru madde oranlarına ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	K.O.	S.D.	F Değeri
Yıl	8,4169	8,4169	1	<,0001*
Bloklar	0,4218	0,0703	3	0,2608
Ekim şekli	0,1240	0,1240	1	0,1311
Yıl*Ekim şekli	0,6960	0,6960	1	0,0061*
Lateral derinliği	0,0619	0,0309	2	0,8109
Lateral derinliği*Ekim şekli	0,9181	0,4590	2	0,0617
Yıl*Lateral derinliği	10,9186	5,4593	2	<,0001*
Yıl*Ekim şekli*Lateral derinliği	1,9829	0,9915	2	0,0047*
Hata	3,5132		24	
Genel	27,2970		47	
CV	0,0041			

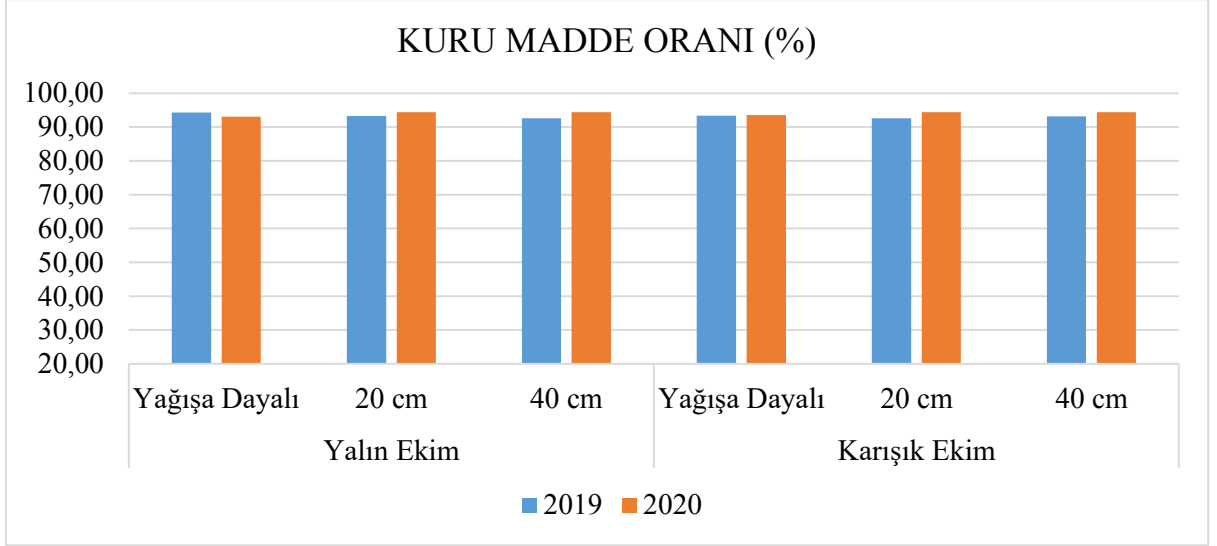
(\*) %5 önem seviyesinde anlamlı

Araştırmada elde edilen kuru madde oranları Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30 Araştırmada elde edilen kuru madde oranları

<b>KURU MADDE ORANI (%)</b>					
<b>Ekim Şekli</b>	<b>Lateral Derinliği</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Ekim Şekli Ort</b>
<b>Yalın Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	94,31a	93,10bc	93,71a	93,68
	<b>20 cm</b>	93,22b	94,44a	93,83a	
	<b>40 cm</b>	92,63c	94,41a	93,52a	
<b>Ort</b>		93,39b	93,98a	93,68	
<b>Karışık Ekim</b>	<b>Yağışa Dayalı</b>	93,36b	93,56b	93,46a	93,58
	<b>20 cm</b>	92,56c	94,40a	93,48a	
	<b>40 cm</b>	93,20b	94,41a	93,81a	
<b>Ort</b>		93,04c	94,12a	93,58	
<b>Yıllar Ort</b>		93,22b	94,05a	93,63	
<b>Yağışa Dayalı</b>		93,84b	93,33c	93,58	
<b>20 cm</b>		92,89d	94,42a	93,66	
<b>40 cm</b>		92,92d	94,41a	93,66	

LSD: LD\*EŞ=0,394 Yıl= 0,142 EŞ= 0,142 Y\*EŞ= 0,201 LD= 0,279



Şekil 4.18 Araştırmada elde edilen kuru madde oranları grafiği

Araştırmada ekim şekillerinin, lateral derinliklerinin ve lateral derinliği\*ekim şekli interaksiyonunun kuru madde içeriği üzerine etkisi anlamlı bulunmamıştır. Tüm parsellerden elde edilen kuru otlardaki kuru madde oranları %93 civarında tespit edilmiştir. Ekim şekilleri ve lateral derinlikleri bakımından fark görülmemiştir (Çizelge 4.29, Çizelge 4.30).

Tessema ve Baars (2006) bazı çok yıllık buğdaygil ve baklagil yem bitkilerinin kimyasal bileşimi, kuru madde miktarı ve verim dinamiklerini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada yalın ekilen yoncanın kuru madde miktarının %93 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmada kuru madde miktarları açısından karışık ekilen yonca ile yalın ekilen yonca arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmemiştir. Ünalp (2014), Aydın ilinde yürüttüğü çalışmada farklı gelişme dönemlerinde yoncanın bazı kalite parametrelerini incelemiştir. Çiçeklenme başlangıcı döneminde hasat ettiği yoncaların kuru madde oranları ortalama %22,37 oranında gerçekleşmiştir. Kuru otdaki kuru madde miktarı ise aynı dönem bitkilerden alınan numunelerde %92,08 oranında tespit edilmiştir.

Araştırmada elde edilen kuru madde oranları daha önce yapılan araştırmacıların çalışmalarında elde edilen oranlarla benzerlik göstermiştir. Araştırma sonucunda sulama yönteminin, lateral derinliklerinin ve ekim şeklinin yalın ve karışık ekilen yoncanın kuru madde içeriğine etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.13. Yoncada Kök Gelişimi

Araştırmada elde edilen bitki kök gelişim değerlerine ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31 Araştırmada elde edilen kök gelişim değerlerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	K.O.	S.D.	F Değeri
Yıl	385003,34	385003,34	1	<,0001*
Ay	307951,13	43993,02	7	<,0001*
Bloklar	0,05	0,02	3	0,9999
Ekim şekli	180209,47	180209,47	1	<,0001*
Lateral derinliği	940931,29	470465,65	2	<,0001*
Yıl*Ay	87333,83	12476,26	7	<,0001*
Yıl*Ekim şekli	41847,70	41847,70	1	<,0001*
Yıl*Lateral derinliği	68259,73	34129,87	2	<,0001*
Ay*Ekim şekli	38667,16	5523,88	7	<,0001*
Ay*Lateral derinliği	109681,32	7834,38	14	<,0001*
Ay*Lateral derinliği*Ekim şekli	34667,35	2476,24	14	<,0001*
Ay*Lateral derinliği*Yıl	74040,66	5288,62	14	<,0001*
Ay*Ekim Şekli*Yıl	20153,40	2879,06	7	<,0001*
Ay*Lateral derinliği*Ekim şekli*Yıl	31229,11	2230,65	14	<,0001*
Lateral derinliği*Ekim şekli	39117,60	19558,80	2	<,0001*
Hata	3951,50		287	
Genel	2363044,70		383	
CV			0,0225	

(\*) %5 önem seviyesinde anlamlı, (\*\*)%1 önem seviyesinde anlamlı

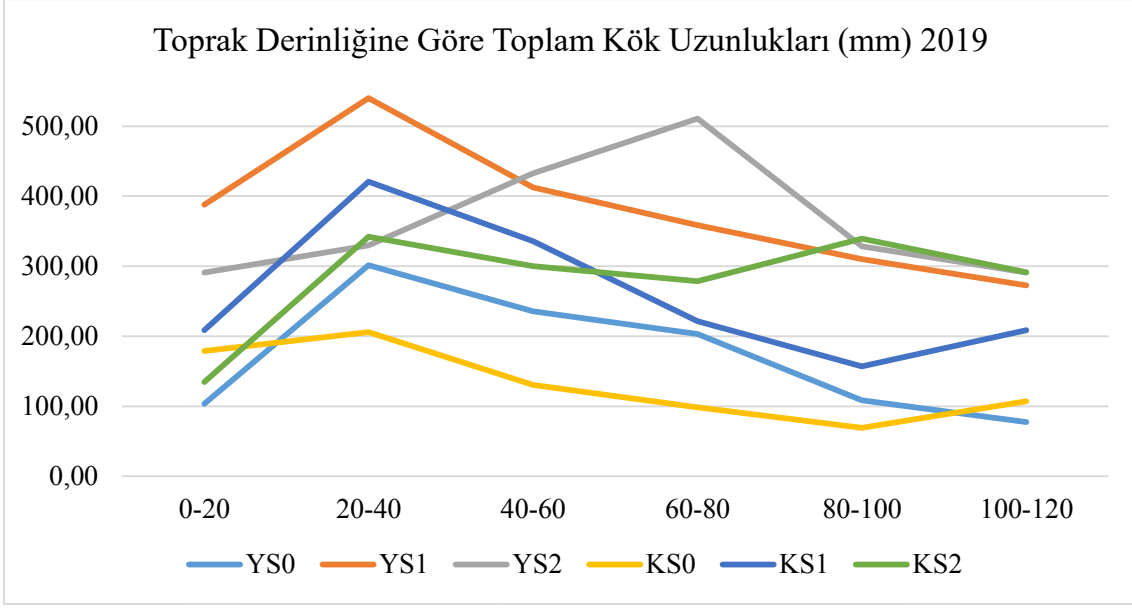
Araştırmada elde edilen bitki kök gelişim değerleri Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32 Araştırmada elde edilen bitki kök gelişim değerleri

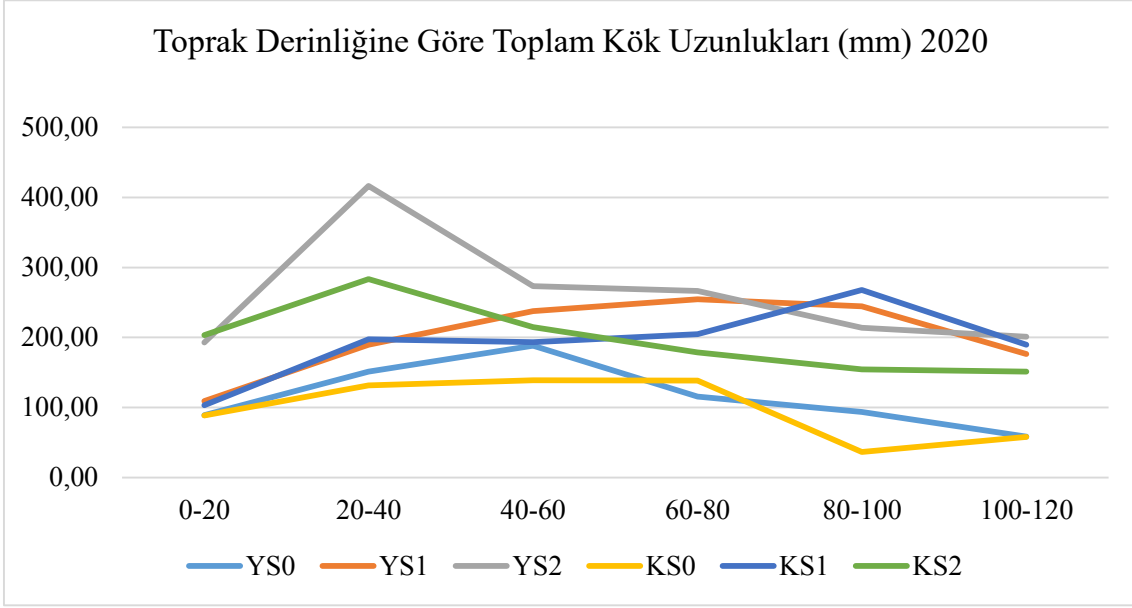
BİTKİ KÖK UZUNLUKLARI (cm)													
EŞ	YI L	L.D.	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Ort		
Y E	2019	YD	109,16	121,98	153,8	146,9	117,34	142,1	123,1	114,6	128,6	186,8 a	
		20	227,82	322,18	333,7	294,1	294,82	230,1	209,1	271,6	272,9		
		40	172,44	234,36	364,6	319,8	297,59	299,1	284,2	309,6	285,2		
		Y.O	168,49	222,08	243,8	220,5	206,08	186,1	166,1	193,1	228,9		
	2020	YD	31,21	80,79	129,4	104,8	110,89	90,27	66,58	82,77	87,1		
		20	46,93	252,41	188,9	154,0	151,99	151,9	134,8	131,5	151,5		
		40	29,67	323,26	235,6	186,3	233,91	199,0	171,1	185,4	195,5		
		Y.O	39,07	166,6	159,2	129,4	131,44	121,0	100,7	107,1	144,7		
		YD	107,88c										
		20	212,27b										
		40	240,40a										
	K E	2019	YD	74,5	93,04	84,47	131,5	132,78	76,9	98,4	98,4		98,75
20			152,79	184,41	202,1	230,8	233,96	251,2	204,8	225,7	210,7		
40			152,79	184,98	201,5	222,4	226,96	191,5	177,6	193,9	193,9		
		Y.O	126,69	154,14	162,7	194,9	197,9	173,2	160,3	172,7	167,8		
2020		YD	121,99	70,43	114,8	81,41	63,5	47,32	34,44	58,09	74,01		
		20	55,29	224,49	185,3	137,5	135,69	120,9	164,8	132,1	144,5		
		40	42,46	240,48	177,9	139,5	136,04	153,8	148,1	148,3	148,3		
		Y.O	88,64	147,46	150,1	109,4	99,6	84,14	99,63	95,12	122,3		
		YD	86,38c										
		20	177,64a										
		40	141,17b										
		YD	97,13c										
	20	194,95b											
	40	205,79a											
	Ay Or.	101,42 g	194,40 b	197,72 a	179,12 c	177,96 d	162,88 e	151,4 f	162,69 e				
	2019	198,39a											
	2020	133,52b											

LSD: AY=1,49 LD\*EŞ=1,291 Yıl= 0,745 EŞ= 0,475 Y\*EŞ= 19,292 LD= 0,912

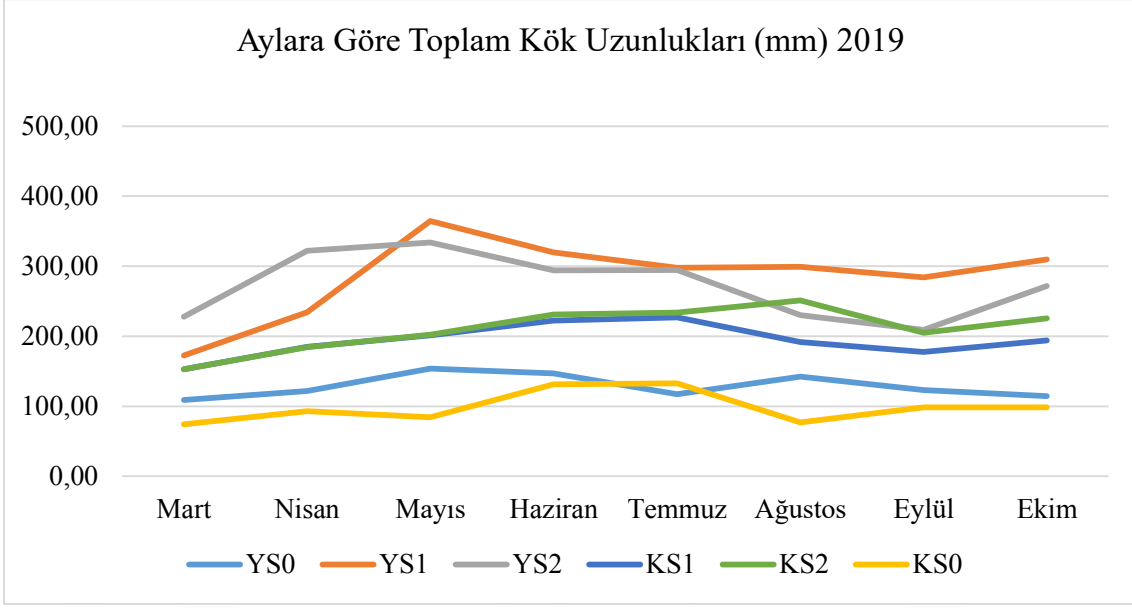
YE= Yalın ekim, KE=Karışık ekim, YD= Yağışa dayalı, E.Ş.= Ekim şekli, L.D.=Lateral derinliği



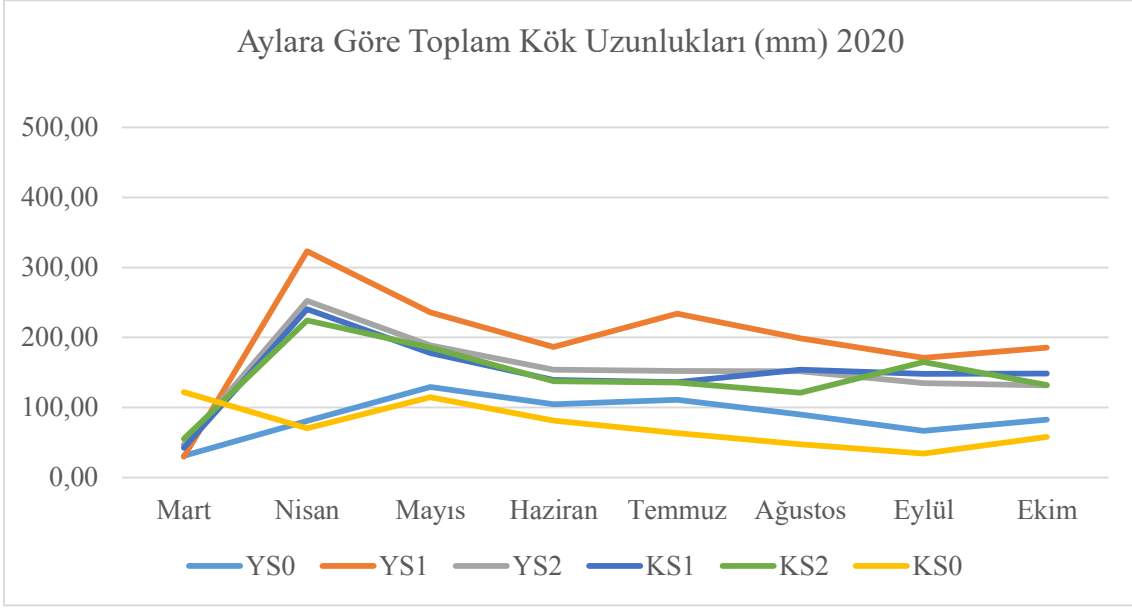
Şekil 4.19 Toprak derinliğine göre toplam kök uzunlukları (mm) 2019



Şekil 4.20 Toprak derinliğine göre toplam kök uzunlukları (mm) 2020



Şekil 4.21 Aylara göre toplam kök uzunlukları (mm) 2019



Şekil 4.22 Aylara göre toplam kök uzunlukları (mm) 2020



Yapılan varyans analizi sonucunda deneme yıllarının, ayların, lateral derinliklerinin, ekim şeklinin, yıl\*ay, yıl\*ekim şekli, yıl\*lateral derinliği, ay\*ekim şekli, ay\*lateral derinliği, ay\*lateral derinliği\*ekim şekli, ay\*lateral derinliği\*yıl, ay\*ekim şekli\*yıl ve ay\*lateral derinliği\*ekim şekli\*yıl interaksiyonlarının bitki kök gelişimi üzerine etkisi %5 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.31).

LSD sınıflandırmasında ekim şekli\*lateral derinliği interaksiyonuna göre 0-120 cm toprak derinliği içerisinde en fazla kök uzunluğunun 40 cm lateral derinliğinde sulanan yalın ekilen parselden (240,40 cm) elde edildiği görülmüştür (Çizelge 4.32).

Ekim şekli\*lateral derinliği interaksiyonuna bakıldığında ise yalın ekimde en fazla kök uzunluğu 40 cm lateral derinliğinde sulanan parselden (240,40 cm) elde edilirken, karışık ekimde en fazla kök uzunluğu 20 cm lateral derinliğinde sulanan parselden (177,64 cm) elde edilmiştir (Çizelge 4.32).

Yağışa dayalı yetiştirilen parseller en az kök uzunluğuna sahip konular olmuştur. Ayların kökler üzerine etkisi incelendiğinde bitkilerin en fazla kök uzunluğuna mayıs ayında ulaştığı, en az kök uzunluğunun mart ayında olduğu görülmüştür. Her iki ekim şeklinde de bitkilerin nisan ayında yeni kök oluşturmaya başladığı, mayıs ayında en fazla kök uzunluğuna sahip olduğu haziran ayından itibaren kök yoğunluğunda azalma olduğu belirlenmiştir.

Weaver (1926), yoncanın derinlere inen tek bir kazık köke sahip olduğunu ve bu kazık kökün etrafında sayısı çok fazla değişkenlikler gösteren yan köklerin bulunduğunu bildirmiştir. Araştırmacı ilk ekim yılında 63 günlük yoncanın köklerinin 150 cm derinliklere indiğini, toprağın üst katmanlarında çok fazla dallanmanın olmadığını derinlere indikçe dallanmanın arttığını tespit etmiştir. Çalışmanın ikinci yılında ikinci yaşına gelmiş olan bitkilerde 45 cm derinlikte genellikle kalınlıkları 1 mm den ince fakat çok sayıda yanal kök olduğu görülmüştür. Manga (1968), sulama rejimlerinin kök gelişimine ve dağılımına önemli derecede tesir ettiğini bildirmiştir. Araştırmacının yürüttüğü çalışmada toprağın 20-50 cm derinliğindeki faydalı nem miktarı %50 oranında iken sulanan konulardan gövde ağırlığına paralel olarak en fazla kök elde edilmiştir. Kök dağılışında ise sulama derinliklerinin sulama seviyelerinden daha etkili olduğu, toprağın ilk derinliğinde ( 0-20 cm toprak tabakası) sulama derinliği arttıkça meydana gelen kök oranında azalma olmasına karşın, diğer katmanlarda (20-50, 50-80 cm) sulama derinliği arttıkça meydana gelen kök oranı da artış göstermiştir. Abdul-Jabbar vd. (1982), yonca kök kütlesi ile toprak nem seviyesi arasında bir ilişki olduğunu ve en yüksek nem seviyelerinde en

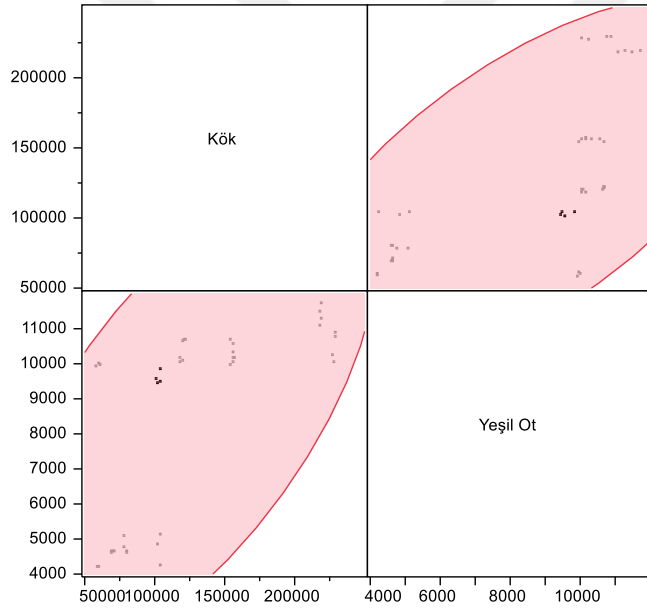
yüksek kök yoğunluğunun bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılara göre farklı sulama seviyelerinde en fazla kök yoğunluğu toprağın 45 cm'lik derinliğinde bulunmaktadır. Goins ve Russelle (1996), yoncada ince kök kayıplarının gözlenmesi amacıyla toprağın 10,20 ve 40 cm derinliklerine yatay olarak yerleştirdikleri minirhizotronlar ile kök gelişimini izlemişlerdir. Yaptıkları gözlemler sonucunda üst 20 cm lik katmandaki tüm kılcal köklerin yarısından fazlasının ilk 7 haftada oluştuğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılara göre ilk büyüme mevsimi sonunda en fazla kılcal kök ölümü toprağın en üst tabakasında gerçekleşirken en az kök ölümü %36 lık oranla 40 cm derinlikte gerçekleşmiştir. Özellikle ilk biçime kadar kök ölümlerinde önemli bir azalma olurken ilk hasattan sonra 10-20 cm derinlikte belirgin bir kök kaybı yaşanmıştır. Bai ve Li (2003), yaptıkları çalışmada yoncanın çiçeklenme sonrasında su ihtiyacının gittikçe arttığını, 0-30 cm derinlikte toprak nem ihtiyacının karşılanması durumunda kökler tarafından en fazla nem alınımının bu bölgede gerçekleştiğini, bitki gelişimiyle birlikte ikinci en yüksek değerlerin 40-80 cm derinlikte görüldüğünü bildirmişlerdir. Sulama suyunun yetersiz olduğu konularda ise su alım bölgesinin 30-90 cm derinliğe indiğini gözlemlemişlerdir. Araştırmacılara göre yonca kökleri genel olarak nem içeriği uygunsa üst bölgelerde bulunmakta aksi takdirde nemin daha yüksek olduğu yerlere doğru hareket etmektedir. Bitkilerde kuraklığa karşı direnç mekanizmaları kurumamanın ertelenmesi ve kurumaya karşı tolerans şeklinde yüksek ve düşük su potansiyellerine tolerans ifadesiyle sınıflandırılabilir. Kurumayı erteleyenler ise suyu harcamayanlar ve suyu harcayanlar olmak üzere ikiye ayrılır. Suyu harcamayanlar onu koruyarak kullanır ve bunu yaşamlarının sonraki dönemlerinde kullanmak üzere toprakta muhafaza ederler. Suyu harcayanlar ise aşırı miktarda su kullanırlar. ABD'nin güney batısında yarı kurak otlaklarda kökü çok derinlere giden meskit ağacı aşırı su kullandığında tarımsal değeri olan çimlerin o alana yerleşmesini önlemiştir (Taiz ve Zeiger, 2008). Orta şiddetli su kıtlığı kök sisteminin gelişimini etkiler. Bitkilerde sürgünler köklerden gelen suyun büyümeye izin verdiği noktaya kadar gelişirken, kökler fotosentez ürünleri bu organların gereksinimini karşılayana kadar büyür. Yaprak gelişimi su alımının azalmasından hemen etkilenirken fotosentez daha az etkilenir. Bunun sonucunda yaprak genişlenmesinin engellenmesiyle karbon ve enerji tüketimi azalır ve bitkinin özümlediği maddelerin büyük bir kısmı köklere gider. Kuraklık kök uçları turgorunun kaybolmasına ve tüm bunların sonucunda köklerin toprakların nemli bölgesine ulaşmasını sağlar (Taiz ve Zeiger, 2008). Al-Mosanif vd.(2013), iki farklı sıra arası mesafe ve iki farklı bölgenin yoncanın kök sistemi gelişimine etkisini gözlemlemek amacıyla yaptıkları çalışmada kök sisteminin ek yüksek değerlere yoncanın ikinci yılında üçüncü biçimde ulaştığını bildirmişlerdir. Bitki kökleri nemli topraklarda dikkat çekecek derecede gelişme gösterirler. Köklerin gelişmesine olanak veren suyun toprakta en yüksek

derecede bağlanma gücü üzerinde bilinenler sınırlıdır. Genelde solma noktasının altında bulunan kuru topraklarda kök sistemi gelişemez. Kök sisteminin büyük bir bölümü kuru toprakta ve az bir bölümünde nemli toprakta bulunan kimi bitkilerin belli koşullar altında gelişmelerini sürdürdükleri saptanmıştır. Böyle durumda nemli toprak içerisinde gelişen bitki kökleri tarafından alınan su kuru toprak kesimindeki köklere taşınmaktadır. Su stresinde bitkilerin toprak üstü ve toprak altı organlarının gelişmesi önemli derecede etkilenir. Tepe organları, özellikle yapraklarındaki gelişme azalır ve bu organlarının gelişmesinde kullanılan su köklerin gelişmesinde kullanılmaya başlayarak köklerin derinlere doğru uzaması sağlanır (Kaçar, 2015). Wang vd. (2018), 2015 ve 2016 yıllarında kurak bir çöl alanında sığ yüzey altı damla sulamanın (SSDI) uygulanabilirliğini araştırmak için yaptıkları tarla denemelerinde üç tekrarlı ve lateral borularının yüzey altı derinlikleri için 5, 10 ve 20 cm olmak üzere üç farklı derinlik olduğu bir deneme deseni tasarlamışlardır. Köklerin yüzey altı damla sulamanın (SDI, 20 cm'de gömülü derinlik) toprak neminin dikey dağılımına bağlı olarak 0-60 cm'de yoğunlaştığını, SSDI'nin (5 ve 10 cm'de gömülü derinlik) ise 0-30'da yoğunlaştığını bildirmişlerdir. Yoncanın klorofil içeriği ve su tüketim yoğunluğu, kurak çöl koşullarında önce artmış, sonra azalmıştır. Liu vd (2020) yarı kurak alanlarda kurulan yapay meralarda bitki köklerinin morfolojik özelliklerini ve toprakların infiltrasyon kapasitelerine etkilerini incelemişlerdir. Beş farklı bitki türünde gerçekleştirdikleri çalışmada kök yoğunluklarına göre bitkileri kaba nane (*M. suaveolens*), yonca (*M. sativa*), dallı darı (*P. virgatum*), kılçıksız brom (*B. inermis*), çin kamış otu (*M. sinensis*) olarak sıralamışlardır. Araştırmada bitki kök sistemlerinin yoğunluğu toprak derinliği ile birlikte azalmıştır. Kök yoğunluğunun yüksek olduğu toprak katmanlarının infiltrasyon hızı üzerinde etkili görülmüştür. Liu vd. (2020), su stresi altında bitki köklerinin morfolojik ve fizyolojik olarak değişimlere uğrayacağını, toprakta su açığı arttıkça bitkiler kök uzunluğunu, kök yüzey alanını arttırabileceği ve ihtiyaç duyduğu neme ulaşmak için kök kalınlığını azaltabileceğini bildirmiştir. Yaptıkları çalışmada yoncanın şiddetli su stresi altında kök kalınlıkları azalmış, nem dalgalanmalarına tepki olarak kök hacmi ve kök yüzey alanı artmıştır. Nem oranının azalmasıyla yan köklerin sayısının artmasının, bitkinin hayatta kalabilmek için önemli bir hayatta kalma stratejisi olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmada elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir. Deneme parsellerinde üretim sezonu boyunca incelenen kök gelişimlerinde mart ayından sonra bitkilerin kök gelişimlerinin artmaya başladığı, nisan-mayıs aylarında bu artışın devam ettiği ve mayıs ayında en yüksek seviyeye ulaştığı, haziran ayıyla birlikte kök uzunluklarının azalma eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.21, Şekil 4.22).

Karışık ekilen parsellerde en fazla kök uzunluğu 20 cm derinliğe yerleştirilen laterallerle sulanan konularda (177,64 cm) elde edilirken, yalın ekilen parsellerde 40 cm derinliğe yerleştirilen laterallerle sulanan konularda (240,40 cm) elde edilmiştir.

Toprak derinliği bazında kök gelişimi incelendiğinde ise araştırmanın her iki yılında da tüm konularda gözlem yapılan en alt derinlik olan 120 cm toprak derinliğine kadar kök gelişiminin devam ettiği, ancak en fazla kök yoğunluğunun 20-40 cm derinliğindeki toprak katmanında olduğu gözlemlenmiştir. Yağışa dayalı koşullarda yetiştirilen konular toplam kök uzunluğu olarak sulanan konulardan daha az kök gelişimi göstermelerine rağmen, bu parsellerde de bitki köklerinin 120 cm derinliğe kadar indiği ve en kurak periyotlarda bile neme ulaşmak için derinlere doğru kök gelişimini sürdürdüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.19, Şekil 4.20).

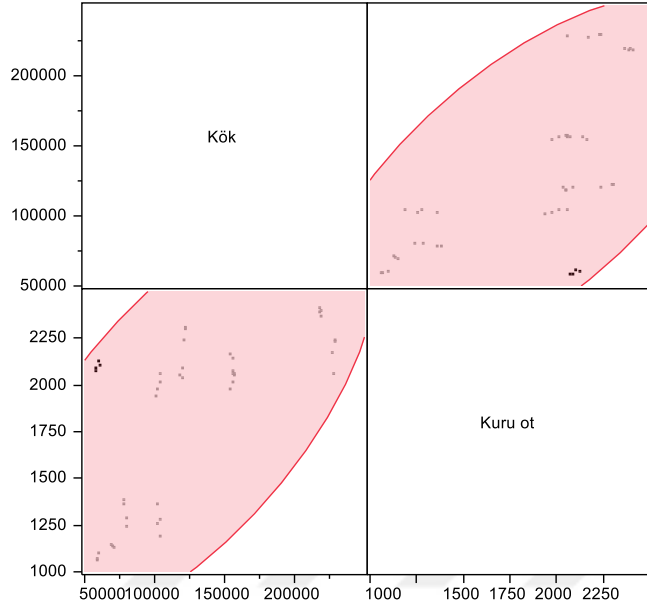


Şekil 4.23 Kök uzunluğu - yeşil ot verimi dağılım grafiği matrisi

Çizelge 4.33 Kök uzunluğu - yeşil ot verimi korelasyon tablosu

İKİLİ KORELASYON ANALİZİ						
Değişken -1	Değişken -2	Korelasyon Katsayısı	Hesap	En Düşük 95%	En Yüksek 95%	P Değeri
Yeşil Ot Verimi	Kök Uzunluğu	0,6597	48	0,4623	0,7949	<,0001*

Bitki kök uzunluğu ve yeşil ot verimi arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan korelasyon analizine ait tablo Çizelge 4.34’te, dağılım grafiği matrisi Şekil 4.23’te verilmiştir. Yapılan korelasyon analizi sonucunda deneme konularının kök gelişimi ile yeşil ot verimleri arasındaki ilişkinin %99 önem düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Yoncada bitki kök gelişimi ile yeşil ot verimi ve kuru ot verimi arasında önemli bir doğrusal ilişki mevcuttur



Şekil 4.24 Kök uzunluğu – kuru ot verimi dağılım grafiği matrisi

Çizelge 4.34 Kök gelişimi – kuru ot verimi korelasyon tablosu

İKİLİ KORELASYON ANALİZİ						
Değişken -1	Değişken -2	Korelasyon Katsayısı	Hesap	En Düşük 95%	En Yüksek 95%	P Değeri
Kuru Ot Verimi	Kök Uzunluğu	0,6678	48	0,4735	0,8001	<,0001*

Bitki kök uzunluğu ve kuru ot verimi arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan korelasyon analizine ait tablo Çizelge 4.34’te, dağılım grafiği matrisi Şekil 4.24’de verilmiştir.

Yapılan korelasyon analizi sonucunda deneme konularının kök gelişimi ile kuru ot verimleri arasındaki ilişkinin %99 önem düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Yoncada bitki kök gelişimi ile kuru ot verimi arasında önemli bir doğrusal ilişki mevcuttur.

#### 4.14. Ekonomik Analiz

Araştırma sonuçlarının ekonomik analizi için kullanılan masraf unsurlarını gösterir tablo Çizelge 4.35'te verilmiştir.

Çizelge 4.35 Araştırma sonuçlarının ekonomik analizi için kullanılan masraf unsurları

MASRAF UNSURLARI	YS0	YS1	YS2	KS0	KS1	KS2
GİRDİLER	116,07	206,45	205,91	116,07	206,44	210,02
Tohum Bedeli (TL/da)	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00
Kimyevi Gübre Bedeli (TL/da)	25,33	25,33	25,33	25,33	25,33	25,33
Zirai Mücadele İlaç Bedeli (TL/da)	15,73	15,73	15,73	15,73	15,73	15,73
Su ve Enerji Bedeli (TL/da)	0,00	90,38	89,84	0,00	90,38	93,96
BAKIM VE İŞÇİLİK GİDERLERİ (TL/da)	64,33	694,16	690,42	64,33	694,13	719,07
Toprak İşleme ve Ekim (TL/da)	40,34	40,34	40,34	40,34	40,34	40,34
Gübreleme İşçiliği (TL/da)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Zirai Mücadele İşçilik Bedeli (TL/da)	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Sulama İşçiliği ve İlk Tesis Bedeli (TL/da)	0,00	629,83	626,08	0,00	629,79	654,74
HASAT VE PAZARLAMA (TL/da)	438,15	507,41	542,13	371,84	508,03	505,67
Hasat (TL/da)	170,00	156,67	156,67	126,67	156,67	156,67
Nakliye (İşletmeye ve pazara taşıma)(TL/da)	39,67	33,00	43,67	39,67	49,00	49,00
Kurutma (TL/da)	85,00	105,00	105,00	85,00	105,00	105,00
Balyalama (Adet) (TL/da)	143,49	212,75	236,80	120,50	197,36	195,00
DİĞER DEĞİŞKEN MASRAFLAR(TL/da)	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
İşletme Bakım Gideri (TL/da)	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
DEĞİŞKEN MASRAF TOPLAMI (TL/da)	698,55	1488,02	1518,45	632,24	1488,60	1514,76
DEĞİŞEN MASRAFLARIN FAİZİ (TL/da)	69,86	148,80	151,85	63,22	148,86	151,48
TOPLAM DEĞİŞEN MASRAF (TL/da)	768,41	1636,83	1670,30	695,46	1637,46	1666,24
Genel İdare Giderleri (TL/da)	23,05	49,10	50,11	20,86	49,12	49,99
Arazi Kirası (TL/da)	150,00	250,00	250,00	150,00	250,00	250,00
TOPLAM SABİT MASRAFLAR (TL/da)	173,05	299,10	300,11	170,86	299,12	299,99
TOPLAM ÜRETİM MASRAFI (TL/da)	941,46	1935,93	1970,41	866,33	1936,58	1966,22
Gayrisafi Üretim Değeri (TL/da)	1630,55	2675,39	2991,90	1560,71	2599,40	2622,96
BRÜT KAR (TL/da)	862,13	1038,56	1321,60	865,24	961,94	956,72
<b>NET KAR (TL/da)</b>	<b>689,08</b>	<b>739,45</b>	<b>1021,49</b>	<b>694,38</b>	<b>662,81</b>	<b>656,73</b>
Bir Kg Ürünün Maliyeti (TL/Kg)	0,90	1,16	1,04	0,88	1,20	1,18

Kazumba vd. (2010), 3 farklı lateral aralığı (100, 150 ve 200 cm) ve iki farklı lateral derinliği (20 ve 40 cm) uyguladıkları çalışmada yapılan ekonomik analizde en yüksek net karın 40 cm lateral derinliği ve 150 cm lateral aralığı uygulanan konudan elde edildiğini bildirmişlerdir.

Yapılan ekonomik analiz sonucunda Kırklareli koşullarında yalın ve karışık ekilen yoncanın farklı lateral derinlikleriyle sulandığı ve sulanmadan yağışa dayalı koşullarda yetiştirildiği ortamlarda en yüksek net karın 1.021,49 TL/da ile 40 cm derinliğe yerleştirilen laterallerle sulanan yalın ekilen yoncadan elde edildiği görülmüştür (Çizelge 4.35). En yüksek ikinci kar 20 cm derinliğe yerleştirilen laterallerle sulanan yalın ekilen yoncadan elde edilmiştir (739,45 TL/da). Karışık ekimde ise yağışa dayalı yetiştirilen parsel en karlı parsel olarak ortaya çıkmıştır. Elde edilen kar, sulanan parsellerden elde edilen kardan daha yüksek gerçekleşmiştir. Kırklareli koşullarında sulama yatırımlarıyla yem bitkileri karışımlarından oluşturulan yapay meraların karlı hale gelebilmesi için kuru ot veriminin yıllık 1 tonun üzerinde gerçekleşmesi ya da sulama, enerji ve sulanabilir arazi kira bedellerinin ucuzlaması gerektiği görülmüştür.

Karışık ekimde yağışa dayalı parsellerin sulanan parsellerden daha karlı çıkmasının sebebinin sulanabilir arazi ile kuru arazi kirası arasındaki fark olduğu düşünülmektedir. Sulanabilir arazilerin kira bedeli yıllık 250 TL/da ve üzerinde gerçekleşirken, kuru ve kıraç arazi kiralari 150 TL/da arasında gerçekleşmektedir.

## 5. SONUÇ

Araştırma ile bölge üreticisine kısıtlı sulanabilir tarım arazileri içerisinde mevcut kaba yem açığını kapatabilmek adına, buharlaşma kayıplarının daha az olduğu yüzey altı damla sulama sisteminin yalın ve karışım halde ekilen yonca bitkisinin verimine ve kalite parametrelerine etkisinin sunulması amaçlanmıştır. Araştırmada bundan önce yapılan çalışmalara ek olarak 4'lü yem bitkisi karışımlarında yüzey altı damla sulama sistemine yer verilmiştir. Yalın ekilen yonca ile buğdaygiller familyasına ait yem bitkileri ile karışık ekilen yonca bitkisinin verim ve kalite parametreleri analiz edilmiştir. Yüzey altı damla sulama yöntemi ile farklı yem bitkisi türlerinin yetiştiriciliğinin ekonomik analizi yapılmıştır.

Elde edilen verilere göre; yalın ekilen yoncanın 40 cm toprak derinliğine yerleştirilen laterallerle sulanan parsellerinde en yüksek yeşil ve kuru ot verimi elde edilirken, karışık ekimde 20 cm derinliğine yerleştirilen laterallerle sulanan parsellerde en yüksek yeşil ve kuru ot verim elde edilmiştir. Her iki ekim şeklinde de en düşük verim yağışa dayalı konulardan alınmıştır.

Yağışa dayalı yetiştirilen parseller en az kök uzunluğuna sahip konular olmuştur. Ayların kökler üzerine etkisi incelendiğinde bitkilerin en fazla kök uzunluğuna mayıs ayında ulaştığı, en az kök uzunluğunun mart ayında olduğu görülmüştür. Her iki ekim şeklinde de bitkilerin nisan ayında yeni kök oluşturmaya başladığı, mayıs ayında en fazla kök uzunluğuna sahip olduğu haziran ayından itibaren kök yoğunluğunda azalma olduğu belirlenmiştir. Karışık ekilen parsellerde en fazla kök uzunluğu 20 cm derinliğe yerleştirilen laterallerle sulanan konularda (177,64 cm) elde edilirken, yalın ekilen parsellerde 40 cm derinliğe yerleştirilen laterallerle sulanan konularda (240,40 cm) elde edilmiştir.

Toprak derinliği bazında kök gelişimi incelendiğinde ise araştırmanın her iki yılında da tüm konularda gözlem yapılan en alt derinlik olan 120 cm toprak derinliğine kadar kök gelişiminin devam ettiği, ancak en fazla kök yoğunluğunun 20-40 cm derinliğindeki toprak katmanında olduğu gözlemlenmiştir. Yağışa dayalı koşullarda yetiştirilen konular toplam kök uzunluğu olarak sulanan konulardan daha az kök gelişimi göstermelerine rağmen, bu parsellerde de bitki köklerinin 120 cm derinliğe kadar indiği ve en kurak periyotlarda bile neme ulaşmak için derinlere doğru kök gelişimini sürdürdüğü tespit edilmiştir.



Karışık ekimde 4 bitki türü de %25 oranında eşit şekilde ekilmişken yıllar içerisinde karışımda bulunan tek baklagil olan yonca baskın hale gelmiştir. Botanik kompozisyonda buğdaygillerin oranı %75'den %21,70'e gerilemiştir. Özellikle 40 cm derinliğe yerleştirilen laterallerle sulanan konularda baklagillerin oranının daha yüksek olduğu (%81,43) gözlenmiştir. En fazla buğdaygil oranı ise yağışa dayalı koşullarda yetiştirilen parsellerden (%25,09) elde edilmiştir. Karışımda bulunan buğdaygillerin serin iklim bitkisi olması ve sulu koşullarda yoncanın verim ve yayılma kabiliyetinin yüksek olması botanik kompozisyonda baklagillerin hakim hale gelmesinin nedeni olarak gösterilebilir.

Yapılan ekonomik analiz sonucunda ise Kırklareli koşullarında yalın ve karışık ekilen yoncanın farklı lateral derinlikleriyle sulandığı ve sulanmadan yağışa dayalı koşullarda yetiştirildiği ortamlarda en yüksek net kârın 1.021,49 TL/da ile 40 cm derinliğe yerleştirilen laterallerle sulanan yalın ekilen yoncadan elde edildiği görülmüştür. Karışık ekimde ise yağışa dayalı yetiştirilen parsel en kârlı parsel olarak ortaya çıkmıştır. Elde edilen kâr, sulanan parsellerden elde edilen kârdan daha yüksek gerçekleşmiştir. Kırklareli koşullarında sulama yatırımlarıyla yem bitkileri karışımlarından oluşturulan yapay meraların kârlı hale gelebilmesi için dekara kuru ot verimin yıllık 1 ton'un üzerinde gerçekleşmesi ya da sulama, enerji ve sulanabilir arazi kira bedellerinin ucuzlaması gerektiği görülmüştür.

Bu bağlamda, yoncanın yalın ekilerek 40 cm derinliğinde lateral borularla yüzey altı yapılan sulama ile en yüksek verimlilik ve karlılık elde edilebileceği belirlenmiştir ve tavsiye edilebilir bulunmuştur.

Yapay çayır ya da mera tesisi planlamalarında ise karışık ekimde yonca oranının düşük tutulması ya da karışımların sadece buğdaygillerden oluşturulması ve sulama şartlarında toprağın 20 cm derinliğine yerleştirilen lateral borular ile yüzey altı sulama yapılmasıyla en yüksek verim sağlanabilecektir.

Yoncanın yalın ve karışım halinde ekimlerinde sulama zamanının planlanmasında kök gözlemleri yapılarak sulama zamanı ve miktarının belirlenmesinin mümkün olabileceği ancak bu konuda daha fazla çalışma yapılması gerektiği görülmüştür.

Yoncada toprak altı damla sulama sistemleri kullanıldığında Kırklareli koşullarında sulanabilir alanlarda yonca yetiştiriciliğinde ve yapay mera tesisinde 7 günlük sulama aralığının kumlu-tınlı ve daha ağır bünyeli topraklarda faydalı nem kapasitesinin %50'sinin tüketilmemesi nedeniyle bitkileri su stresine sokmadan uygulanabileceği belirlenmiştir.

Kırklareli koşullarında sadece yağışa dayalı olarak yetiştirilse dahi yonca tesislerinin hayatiyetini ve verimliliğini devam ettirebildiği tespit edilmiştir. Araştırmada tarla kapasitesinin %100'e tamamlanması ile sulama programı oluşturulmuş ve yağışa dayalı koşullarla karşılaştırılması yapılmıştır. Yağışa dayalı konulardan alınan verimler ve ekonomik getiri göz önünde bulunduruluğunda bundan sonraki dönemlerde yapılacak olan çalışmalarda özellikle yapay mera karışımlarında su kısıtının verime etkilerinin ve ekonomik analizinin de yapılmasının gerekli olduğu grlmştir.



## KAYNAKLAR

- Abdul-Jabbar, A. S., Sammis, T. W., ve Lugg, D. G. (1982). Effect of moisture level on the root pattern of alfalfa. *Irrigation Science*, 3(3), 197-207.
- Acar, Z., Aşçı, Ö. Ö., Ayan, İ., Mut, H., ve Başaran, U. (2006). Yem bitkilerinde karışık ekim sistemleri. *Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(3), 379-386.
- Açıkbaş, S., (2017). Doğal vejetasyondan toplanan bazı yonca (*Medicago Sativa* L.) genotiplerinin ot verim ve kalitelerinin belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 155-162.
- Adıyaman, E. (2014). Farklı olgunlaşma dönemlerinde hasat edilen yoncanın (*Medicago sativa* L.) Yem değerinin in situ ve in vitro olarak araştırılması (Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Agrice, 1998. Dactyle. ITCF ADEME, France  
[http://www.arvalisinstitutduvegetal.fr/fr/com\\_detail.asp?id=279](http://www.arvalisinstitutduvegetal.fr/fr/com_detail.asp?id=279)
- Alam, M., Trooien, T. P., Dumler, T. J., ve Rogers, D. H. (2002). Using subsurface drip irrigation for alfalfa 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 38(6), 1715-1721.
- Albayrak, S., ve Ekiz, H. (2005). An investigation on the establishment of artificial pasture under Ankara's ecological conditions. *Turkish journal of agriculture and forestry*, 29(1), 69-74.
- Al-Mosanif, E., Vejražka, K., Jůzl, M., ve Drápal, K. (2013). Root system size of alfalfa varieties under different plant densities. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 60(1), 9-16.
- Altın, M. (1987). Sulu koşullarda bazı yem bitkileri ile bunların karışımlarının değişik azot seviyelerindeki kuru ot verimleri. *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 11(2), 249-261
- Amiraghaci, M., (2017) Su kısıtlamasının farklı yonca genotiplerinde ot verimi ve kalitesine etkisi, (Doktora Tezi) Erzurum Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Avcı, S. (2019) Farklı sulama yönetimi uygulamalarının lizimetre koşullarında drenaj suyu kalitesine, toprak tuzluluğuna ve yoncada (*Medicago sativa*) verime etkisi. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

- Bai, W. M., ve 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(2), 139-148.
- Ball, D. M., Collins, M., Lacefield, G. D., Martin, N. P., Mertens, D. A., Olson, K. E., ... ve Wolf, M. W. (2001). Understanding forage quality. American Farm Bureau Federation Publication, 1(01).
- Bayraktar, E. (2005). Tekirdağ koşullarında bazı yem bitkilerinin farklı gelişme dönemlerinde kök ve gövdelerinde biriktirilen kimi besin maddelerinin değişimi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi) Tekirdağ.
- Baytekin, H., ve Gül, İ. (2009). Yem Bitkilerinde Hasat, Kuru Ot Verimi ve Depolama Yem Bitkileri,(Avcioğlu, R., Hatipoğlu, R., Karadağ, Y Editör) Cilt III. TÜGEM, Emre Basımevi, İzmir,(2009), 121-141.
- Beddows AR, 1967. Biological Flora of the British Isles. *Lolium perenne* L. *Journal of Ecology*, 55(2):567-87.
- Böhm, W. (2012). Methods of studying root systems (Vol. 33). Springer Science ve Business Media.
- Cabot, P., Brummer, J., Gautam, S., Jones, L., ve Hansen, N. (2017). Benefits and impacts of partial season irrigation on alfalfa production. In Proceedings of the 2017 Western Alfalfa ve Forage Symposium, Reno, NV, USA (pp. 28-30).
- CAL-IPC, (2015). *Dactylis glomerata* (orchardgrass). California Invasive Plants Council. Erişim adresi [http://www.cal-ipc.org/ip/management/plant\\_profiles/Dactylis\\_glomerata.php](http://www.cal-ipc.org/ip/management/plant_profiles/Dactylis_glomerata.php)
- Camp, C. R. (1998). Subsurface drip irrigation: a review. *Transactions of the ASAE*, 41(5), 1353.
- Çınar, S., (2012). Çukurova taban koşullarında bazı çok yıllık sıcak mevsim buğdaygil yem bitkilerinin yonca (*Medicago sativa* L.) ile uygun karışımlarının belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enst.( Doktora Tezi)*, Adana, 151s.
- Demiroğlu, G., Geren, H., ve Avcioğlu, R. (2008). Farklı yonca (*Medicago sativa* L.) genotiplerinin Ege Bölgesi koşullarına adaptasyonu. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 45(1), 1-10.

- Devlet Su İşleri (2021), "Toprak ve Su Kaynakları", Erişim adresi <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754>
- Diler, K. (2007). Farklı taban suyu derinliklerinin yonca (*Medicago Sativa* L.) bitkisi kök gelişimine etkisi (Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Djaman, K., Smeal, D., Koudahe, K., ve Allen, S. (2020). Hay Yield and Water Use Efficiency of Alfalfa under Different Irrigation and Fungicide Regimes in a Semiarid Climate. *Water*, 12(6), 1721.
- Enciso, J., Porter, D., Fipps, G., ve Colaizzi, P. (2004). Irrigation of forage crops. Texas FARMER Collection.
- Engin, B., Mut H., (2017) Farklı Yonca Çeşitlerinin Ot Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2), 212-219.
- Erbeyi, B. (2017). Bursa ekolojik koşullarında bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin ot verimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi (Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi).
- Erol, T. (2007) Yonca (*Medicago sativa* L.) ve kılçıksız brom (*Bromus inermis leys*) karışım oranlarının ve jips uygulamalarının yem verimine etkileri (Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı).
- Evren S. (2015) Yarı kurak serin iklim koşullarında yüksek rakımdaki orta bünyeli topraklarda yetiştirilen yoncanın (*Medicago sativa* L.) su tüketiminin tartılı lizimetrede belirlenmesi. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Erzurum
- Garwood EA ve Sinclair J, (1979). Use of water by six grass species. 2. Root distribution of use of soil water. *Journal of Agricultural Science, UK*, 93(1):25-35.
- Genç Lermi, A., ve Palta, Ş. (2014). Bartın Ekolojisindeki *Medicago polymorpha* L.'nin Bazı Bitkisel Özellikleri Üzerine Araştırma. *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg.*, 2 (2): 141-149
- Goins, G. D., ve Russelle, M. P. (1996). Fine root demography in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Plant and Soil*, 185(2), 281-291.
- Gökalp, S., Yazıcı L., Çankaya N., İspirli K., (2017) Bazı Yonca (*Medicago sativa* L.) Çeşitlerinin Tokat-Kazova Ekolojik Koşullarında Ot Verimi ve Kalite Performanslarının Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 34 (3), 114-127

- Gökkaya, G. (2019). Önemli Bazı Yonca Çeşitlerinde (*Medicago sativa* L.) Biçim Zamanının Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkilerinin Saptanması” (Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi).
- Gül (2008) Bazı Buğdaygil Yem Bitkilerinin Verim ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı).
- Gündel, F. D., Karadağ, Y., ve Çınar, S. (2014). Çukurova ekolojik koşullarında bazı sıcak mevsim baklagil yem bitkilerinin verim, kalite ve adaptasyonu üzerine bir araştırma. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 31(3), 10-19.
- Güney, M , Bingöl, N , Aksu, T . (2016). Kaba Yem Kalitesinin Sınıflandırılmasında Kullanılan Göreceli Yem Değeri (GYD) ve Göreceli Kaba Yem Kalite İndeksi (GKKİ) . Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi , 11 (2) , 0-0 . DOI: 10.17094/avbd.50526
- Güngör, T., Başalan, M., ve Aydoğan, İ. (2008). Kırıkkale yöresinde üretilen bazı kaba yemlerde besin madde miktarları ve metabolize olabilir enerji düzeylerinin belirlenmesi. Ankara Üniv Vet Fak Derg, 55, 111-115.
- Güngör, Y., ve Yıldırım, O. (1987). Tarla sulama sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Hannaway, D. B. Fransen, S. Cropper, J. Teel, M. Chaney, M. Griggs, T. Halse, R. Hart, J. Cheeke, P. Hansen, D. Klinger, R. Lane, W., 1999. Orchardgrass (*Dactylis glomerata*). Pacific NorthWest Extension Publications. Oregon State University, USA
- Heard, J. W., Porker, M. J., Armstrong, D. P., Finger, L., Ho, C. K. M., Wales, W. J., ve Malcolm, B. (2012). The economics of subsurface drip irrigation on perennial pastures and fodder production in Australia. Agricultural Water Management, 111, 68-78.
- Hendrick, R. L., ve Pregitzer, K. S. (1996). Applications of minirhizotrons to understand root function in forests and other natural ecosystems. Plant and Soil, 185(2), 293-304.
- Ismail, S. M., ve Almarshadi, M. H. (2013). Maximizing productivity and water use efficiency of alfalfa under precise subsurface drip irrigation in arid regions. Irrigation and Drainage, 62(1), 57-66.
- Johnson MG, Tingey DT, Phillips DL, Storm MJ (2001) Advancing fine root research with minirhizotrons. Environ Exp Bot 45:263–289.
- Kaçar, B. (2015). Genel bitki fizyolojisi. Nobel Akademik Yayıncılık.

- Kanber, R. (1997). Sulama. Çukurova Ziraat Fak. Genel Yayın No:174, Ders Kitapları Yayın No:52, 530ss Adana.
- Karadavut, U., Palta, Ç., Tezel, M., ve Aksoyak, Ş. (2011). Yonca (*Medicago sativa* L.) bitkisinde bazı fizyolojik karakterlerin belirlenmesi. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(2), 8-16.
- Kazumba, S., Gillerman, L., DeMalach, Y., ve Oron, G. (2010). Sustainable domestic effluent reuse via subsurface drip irrigation (SDI): alfalfa as a perennial model crop. *Water Science and Technology*, 61(3), 625-632.
- Keskin, B , Temel, S , Eren, B . (2020). Iğdır Ekolojik Şartlarında Bazı Yonca (*Medicago sativa* L.) Çeşitlerinin Ot verimleri . *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* , 7 (3) , 757-764 . DOI: 10.30910/turkjans.670819
- Kır, B. ve Soya, H. (2008). Kimi Mera tipi yonca çeşitlerinin bazı verim ve kalite özellikleri üzerinde bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 45(1), 11-19.
- Kuşvuran A., Tansı V. ve Sağlamtimur T., (2005) Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya (Araştırma Sunusu Cilt II, Sayfa 1181-1186)
- Kutlu, H. R. (2008). Yem Değerlendirme Ve Analiz Yöntemleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Ders Notu, Adana.
- Liu, S., Wan, L., Nie, Z., ve Li, X. (2020). Fractal and Topological Analyses and Antioxidant Defense Systems of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Root System under Drought and Rehydration Regimes. *Agronomy*, 10(6), 805.
- Li, Y., ve Su, D. (2017). Alfalfa water use and yield under different sprinkler irrigation regimes in North arid regions of China. *Sustainability*, 9(8), 1380.
- Liu, M., Wang, Z., Mu, L., Xu, R., ve Yang, H. (2021). Effect of regulated deficit irrigation on alfalfa performance under two irrigation systems in the inland arid area of midwestern China. *Agricultural Water Management*, 248, 106764.
- Li, Y., Guo, L., Huang, Z., López-Vicente, M., ve Wu, G. L. (2020). Root morphological characteristics and soil water infiltration capacity in semi-arid artificial grassland soils. *Agricultural Water Management*, 235, 106153.
- Lobet, G. (2017). Image analysis in plant sciences: publish then perish. *Trends in Plant Science*, 22(7), 559-566.

- Lobet, G., Draye, X., ve Périlleux, C. (2013). An online database for plant image analysis software tools. *Plant methods*, 9(1), 38.
- Manga, İ. (1968). Erzurum şartlarında sulama derinlik ve seviyelerinin yoncanın büyümesine ot verimine kök dağılışına su istihlak ve su çekme modeline etkisi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Montazar, A., Bali, K., Zaccaria, D., ve Putnam, D. (2018). Viability of subsurface drip irrigation for alfalfa production in the low desert of California. In 2018 ASABE Annual International Meeting (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Mutlu, Z. (2019) Bazı yonca çeşitlerinde farklı biçim zamanı uygulamalarının ot verimi ve kalitesi üzerine etkileri. (Doktora tezi, Ankara Üniversitesi)
- Muyt A., (2001). Bush invaders of South-East Australia: a guide to the identification and control of environmental weeds found in South-East Australia. Meredith, Australia: R.G. and F.J. Richardson, xvi + 304 pp.
- Okuyucu, B. (2018). Laktik Asit Bakteri ve Enzim Karışımı İnokulant İlavesinin Yonca Silajlarında Fermantasyon, Aerobik Stabilite ve Yem Değeri Üzerine Etkileri (Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi).
- Orak, A., Ateş, E. ve Varol, F. (2004). Macar Fiği (*Vicia pannonica Crantz.*)'nin farklı gelişme dönemlerindeki bazı morfolojik ve tarımsal özellikleri ile besin içeriği ilişkileri. *Tarım Bilimleri dergisi*, 10 (4): 410-415.
- Ottman, M. J., ve Putnam, D. H. (2017). Deficit irrigation with alfalfa: What are the economics. In *Proceedings for the 47th Western Alfalfa ve Grains Symposium* (pp. 28-30).
- Özkan, B. (1997). İkinci ürün mısırdaki azot gübrelenmesinin ekonomik analizi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 7(1).
- Özkurt, M., ve Karadağ, Y. (2020). Tokat-Kazova Ekolojik Koşullarında Farklı Sıra Arası ve Tohumluk Miktarlarının Yonca (*Medicago sativa L.*)'da Ot Verimi Üzerine Etkileri. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(2), 157-170.
- Petit, H. V., Pesant, A. R., Barnett, G. M., Mason, W. N., ve Dionne, J. L. (1992). Quality and morphological characteristics of alfalfa as affected by soil moisture, pH and phosphorus fertilization. *Canadian Journal of Plant Science*, 72(1), 147-162.



- Provenzano, G. (2007). Using HYDRUS-2D simulation model to evaluate wetted soil volume in subsurface drip irrigation systems. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 133(4), 342-349.
- Rewald, B., ve Ephrath, J. E. (2013). Minirhizotron techniques. *Plant roots: The hidden half*, 42, 1-15.
- Salbaş, B. ve Erdem, T. (2020). Damla Sulama Uygulamalarının Ayçiçeğinin Su Kullanımı, Vejetatif Gelişme ve Verim Parametrelerine Etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(3), 389-396.
- Sanada, Y., Gras, M. C. ve van Santen, E., (2010). Cocksfoot. B. Boller et al. (eds.), *Fodder Crops and Amenity Grasses, Handbook of Plant Breeding 5*, Springer Science+Business, 317-328
- Selenay, F. ve Kadayıfçı, A., (1999). Ankara Koşullarında Yoncanın Su Tüketimi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 5(1), 71- 76, Ankara.
- Semerci, A. (2006). Trakya'da Tarımsal Yapı Verimlilik Ve Gelişmişlik Düzeyi. *Ziraat Mühendisliği*, (348), 18-35.
- Serin, Y., Gökkuş, A., Tan, M., Koç, A., ve Çomaklı, B. (1998). Suni Çayır Tesisinde Kullanılabilecek Uygun Yembitkileri ve Karışımlarının Belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22(1), 13-20.
- Sima, N. F., Mihai, G., ve Sima, R. M. (2010). Evolution of the botanical composition and forage yield of several perennial fodder legume and grass mixtures in the year of establishment. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(3), 45-50.
- Smith, D. H., Beck, K. G., Peairs, F. B., ve Brown, W. M. (1999). *Alfalfa: production and management* (Doctoral dissertation, Colorado State University. Libraries).
- Smith, R. (2014) [http://www.utas.edu.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0003/636033/Irrigated-Forage.pdf](http://www.utas.edu.au/__data/assets/pdf_file/0003/636033/Irrigated-Forage.pdf)
- Soper K ve Mitchell KJ, (1956). The developmental anatomy of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *New Zealand Journal of Science and Technology*, 37(6):484-504.
- Spandl, E., ve Hesterman, O. B. (1997). Forage quality and alfalfa characteristics in binary mixtures of alfalfa and brome grass or timothy. *Crop Science*, 37(5), 1581-1585.

- Stubbenieck, J., S.L. Hatch and C.H. Butterfield. (1994). North American Range Plants. 4th Edition. Lincoln, NE: University of Nebraska Press.
- Şen, C., ve Öztürk, O. (2017). The relationship between soil moisture and temperature vegetation on Kırklareli City Lüleburgaz District A natural pasture vegetation. International Journal of Environmental and Agriculture Research, 4(8), 21-29.
- Taiz, L. ve Zeiger, E. (2008). Bitki Fizyolojisi, Editör: İsmail Türkan, Palme Yayıncılık, III. Baskı, Ankara.592-594
- Tekce, E. ve Gül, M. (2014). Ruminant beslemede NDF ve ADF'nin önemi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 9(1), 63-73.
- Tenikecier, H. S. (2019). Bazı koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) çeşitlerinde farklı ekim zamanlarının morfolojik ve fizyolojik karakterler ile verim ve verim unsurlarına etkisinin saptanması üzerine araştırmalar. (Doktora tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi)
- Tessema, Z., ve Baars, R. M. T. (2006). Chemical composition, dry matter production and yield dynamics of tropical grasses mixed with perennial forage legumes. Tropical grasslands, 40(3), 150.
- Thorogood D, (2003). Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). In: Turfgrass biology genetics and breeding [ed. by Casler, M. D. \Duncan, R. R.]. New Jersey, USA: John Wiley and Sons, 75-105 pp.
- Torricelli, R., Mazza, L., Schiatti, F., ve Veronesi, F. (2001). Quality evaluation of *Medicago sativa* materials belonging to the Italian ecotype "Romagnola". In Quality in lucerne and medics for animal production. Proceedings of the XIV Eucarpia *Medicago* spp. Group Meeting, Zaragoza and Lleida, Spain (pp. 12-15).
- Turan, N. (2010). Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin farklı ekim zamanlarında verim ve verim unsurlarının belirlenmesi üzerinde bir araştırma. *Van Yüzüncüyıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enst.,(Basılmamış Doktora Tezi), Van, 103s.*
- Turan, N , Seydoşoğlu, S . (2020). Yalın ve Farklı Oranlarda Yonca, Korunga ile Ryegrass Hâsıllarının Silaj ve Yem Kalitesine Etkisinin Araştırılması . Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi , 7 (3) , 526-532 . DOI: 10.30910/turkjans.706267
- Türkiye İstatistik Enstitüsü Kurumu (2020), "Bitkisel üretim istatistikleri", "Hayvancılık istatistikleri" Erişim adresi <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>

- Ünal, S., ve Mutlu, Z. (2015). A Study in smooth brome grass (*Bromus inermis* Leyss.) in the semi-arid of Turkey. Journal of Field Crops Central Research Institute, 24(1), 47-55.
- Ünalp, E. (2014). Farklı gelişme dönemleri ve biçim sıralarında yonca (*Medicago sativa* L.) kuru otunun ham protein, selüloz ve bazı mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi (master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B., ve Lewis, B. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of dairy science, 74(10), 3583-3597.
- Wang ZQ, Burch WH, Mou P, Jones RH. ve Mitchell RJ (1995) Accuracy of visible and ultra-violet light for estimating live root proportions with minirhizotrons. Ecology 76:2330–2334.
- Wang, S., Jiao, X., Guo, W., Lu, J., Bai, Y., ve Wang, L. (2018). Adaptability of shallow subsurface drip irrigation of alfalfa in an arid desert area of Northern Xinjiang. PloS one, 13(4), e0195965.
- Weaver, J. E. (1926). Root Development of Field Crops. New York and London: McGraw-Hill
- Wilson, J. B. (1991). Does vegetation science exist? Journal of Vegetation Science 2:289–290.
- Yavuz, M., İptaş, S., Ayhan, V., ve Karadağ, Y. (2009). Yem Bitkilerinde Kalite Tayini ve Kullanım Alanları. Yem bitkileri Genel Bölüm, 1, 163-172.
- Yavuz T. ve Karadağ Y. (2016a) Bazı Buğdaygil ve Baklagil Yem Bitkileri ile Bunların Karışımlarının Kıraç Mera Koşullarındaki Performansları, . Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 33 (2), 63-71
- Yavuz, T., ve Karadağ Y., (2016b) Kıraç Koşullarda Yapay Mera Karışımlarının Verim ve Kalite Performansları. Araştırma Makalesi Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. 6(4): 155-163
- Yelsiz M. E., (2019) “Toprak altı damla sulama yöntemi ile uygulanan farklı sulama programlarının yoncannın (*Medicago sativa* L.) ot verimi ve kalitesi üzerine etkileri”, (Yüksek lisans tezi), Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
- Yolcu, H. (2005). Farklı ekim şekli ve gübrelemenin yonca kılçıksız brom karışımında ot verimine ve otun bazı özelliklerine etkileri (Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri ABD, 84s. Erzurum).











































Yüksel, O. (2012). Suni çayır tesisinde yonca (*Medicago sativa* L.) ile karışıma girebilecek buğdaygil yem bitkilerinin ve en uygun karışım oranlarının belirlenmesi (Doktora tezi,, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).

Zhang, Y., Kendy, E., Qiang, Y., Changming, L., Yanjun, S. ve Hongyong, S. (2004). Effect of soil water deficit on evapotranspiration, crop yield, and water use efficiency in the North China Plain. *Agricultural Water Management*, 64(2), 107-122.



## EKLER

Araştırma konularına ait kök görüntüleri ek olarak verilmiştir. Her bir deneme parselinin toprak yüzeyinin 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 ve 100-120 cm derinliğine kadar alınan görüntüler birleştirilerek ilk hasat döneminden son hasat dönemine kadar aylık olarak gösterilmiştir.

2019 YS0							
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
0-20 cm							
20-40 cm							
40-60 cm							
60-80 cm							
80-100 cm							
100-120 cm							

2019 YS1							
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
0-20 cm							
20-40 cm							
40-60 cm							
60-80 cm							
80-100 cm							
100-120 cm							

2019 YS2							
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
0-20 cm							
20-40 cm							
40-60 cm							
60-80 cm							
80-100 cm							
100-120 cm							



2019 KS0							
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
0-20 cm							
20-40 cm							
40-60 cm							
60-80 cm							
80-100 cm							
100-120 cm							

2019 KS1							
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
0-20 cm							
20-40 cm							
40-60 cm							
60-80 cm							
80-100 cm							
100-120 cm							

2019 KS2							
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
0-20 cm							
20-40 cm							
40-60 cm							
60-80 cm							
80-100 cm							
100-120 cm							











































2020 YS0							
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
0-20 cm							
20-40 cm							
40-60 cm							
60-80 cm							
80-100 cm							
100-120 cm							











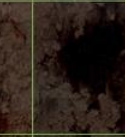





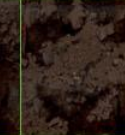














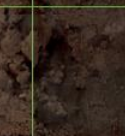














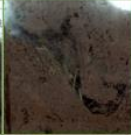


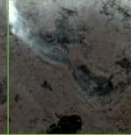





























2020 YS1							
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
0-20 cm							
20-40 cm							
40-60 cm							
60-80 cm							
80-100 cm							
100-120 cm							

2020 YS2							
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
0-20 cm							
20-40 cm							
40-60 cm							
60-80 cm							
80-100 cm							
100-120 cm							



2020 KS0							
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
0-20 cm							
20-40 cm							
40-60 cm							
60-80 cm							
80-100 cm							
100-120 cm							

2020 KS1							
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
0-20 cm							
20-40 cm							
40-60 cm							
60-80 cm							
80-100 cm							
100-120 cm							

2020 KS2							
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
0-20 cm							
20-40 cm							
40-60 cm							
60-80 cm							
80-100 cm							
100-120 cm	