



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI DALLI DARI (*Panicum virgatum* L.) GENOTİPLERİNİN EKOTİP VE
ÇEKİRDEK DNA MİKTARINA BAĞLI KARAKTERİZASYONLARI İLE
BU ÖZELLİKLERİN ERKEN FENOLOJİK DÖNEM YEM KALİTESİ VE
BİYOENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİLERİ**

GÜLEM BAZ

**TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY
NİSAN-2018**



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI DALLI DARI (*Panicum virgatum* L.) GENOTİPLERİNİN EKOTİP VE
ÇEKİRDEK DNA MİKTARINA BAĞLI KARAKTERİZASYONLARI İLE
BU ÖZELLİKLERİN ERKEN FENOLOJİK DÖNEM YEM KALİTESİ VE
BİYOENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİLERİ**

GÜLEM BAZ

**TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY
NİSAN-2018**

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI DALLI DARI (*Panicum virgatum* L.) GENOTİPLERİNİN EKOTİP VE
ÇEKİRDEK DNA MİKTARINA BAĞLI KARAKTERİZASYONLARI İLE BU
ÖZELLİKLERİN ERKEN FENOLOJİK DÖNEM YEM KALİTESİ VE
BİYOENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİLERİ

GÜLEM BAZ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Dr. Nafiz ÇELİKTAŞ danışmanlığında hazırlanan bu tez 16/04/2018 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Bir öge seçin. ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nafiz ÇELİKTAŞ
Başkan

Prof. Dr. Ersin CAN
Üye

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN
Üye

Kod No:

Prof. Dr. Erdal SERTKAYA
Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 15106

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Gülem BAZ

ÖZET

Farklı Dallıdarı (*Panicum virgatum* L.) Ekotipleri Arası Çekirdek DNA Ploidy Düzeyi İlişkileri ile Bu özelliklerin Biyoenerji verimliği ve Erken Fenolojik Dönem Yem Kalitesine Etkileri.

Bu çalışma; farklı dallı darı (*Panicum virgatum* L.) genotiplerinin erken fenolojik dönem yem kalitesini ortaya koymak, yem ve biyoenerji kalite parametrelerinin dallı darı çekirdek DNA içerikleri ile ekotipik farklılıktan etkilenme derecelerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Dallı darı genotipleri, çekirdek DNA içerikleri 2.5-3.5 pg/2C DNA ve 5.5-6.5 pg/2C olan 2 grup altında kümelenebilirler. 2.93 pg/2C ortalama çekirdek DNA'ya sahip genotipler, yayla ve/veya ova tiplerden oluşan tetraploid ($2n=4x=36$) grubu, 5.82 pg/2C ortalama çekirdek DNA'ya sahip bireyler ise sadece yayla ekotiplerinin oluşturduğu oktaploid ($2n=8x=72$) grubu oluşturmuşlardır.

Dallı darı genotiplerinin erken çiçek dönemindeki kardeş sayıları 11.0 adet/bitki ile 63.8 adet/bitki arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde yapılan hasatlarda yaş biyokütle verimi 387.8 kg da^{-1} ile $7163.2 \text{ kg da}^{-1}$ arasında değişim gösterirken oktaploid yapılı, yayla tipi bir ticari çeşit olan Trailblazer en yüksek yaş ot verimini üretmiştir. Kuru ot verimleri ise 363.8 kg da^{-1} - $2488.0 \text{ kg da}^{-1}$ arasında belirlenmiş ve en yüksek verim Alamo çeşidinde saptanmıştır. Erken fenolojik dönem biyokütlesi NDF, ADF ve ADL değerleri genotiplere bağlı olarak sırası ile %49.07-66.96, %18.33-33.63 ve %1.30-8.88 olarak ölçülmüştür. Yüksek sindirilebilirlik değerleri açısından, her ikisi de tetraploid, yayla ekotipleri olan BN-11357-63 ve T 2099 genotipleri ön plana çıkmıştır. %6.17-16.38 aralığında belirlenen protein içeriğinin ise pek çok serin iklim buğdaygili ile kıyaslanabilir olduğu, ancak yüksek yem verimine sahip genotiplerin düşük protein içerikli grupta kümelendikleri görülmüştür.

Genotiplerin çekirdek DNA içerikleri ile kardeş sayısı, NDF, ADF ve ADL içerikleri arasında pozitif zayıf bir korelasyon belirlenirken, yem verimi ve protein oranının ise çekirdek DNA içeriği ile negatif yönde ilişkisi saptanmıştır. Ova ekotiplerinin yem verimi ve sindirilebilirlikleri yüksek bulunurken, yayla ekotiplerinin protein içeriği açısından avantajları belirlenmiştir. Kardeş sayısı ve biyokütle lignin içeriği üzerinde ise ekotipik etki belirlenmemiştir.

Biyokütlenin hemiselüloz, N ve S içerikleri ile çekirdek DNA miktarı arasında pozitif korelasyon belirlenirken, selüloz, lignin, kül, ısı değeri, C ve H parametreleri ile negatif yönde bir ilişkisi saptanmıştır. Biyokütlenin ikinci nesil etanol üretimi ile ilgili lignin, selüloz, hemiselüloz ve kül parametreleri ekotipik farklılıktan etkilenmezken, yanma teknolojileri ile ilgili ısı değeri, C, H, N ve S değerleri ekotipe bağlı önemli değişimler ortaya koymuştur. Ova ekotipleri 17.71 MJ kg^{-1} ısı değeri ile yayla ekotiplerinden üstün bulunurken bunun C ve H içeriklerinin de fazlalığından kaynaklandığı görülmüştür. N ve S salımları açısından ise yayla ekotipleri ön plana çıkmıştır.

2018, 98 sayfa

Anahtar Kelimeler: Dallı darı, çekirdek DNA, ploidy düzeyi, ekotip, yem kalitesi, korelasyon.

ABSTRACT

The reflection of nuclear DNA content and ecotypic differentiation of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) genotypes on bioenergy productivity and forage quality at early phenological stages

The purpose of this study to determine the forage quality of switchgrass genotypes at early phenological stages and detect the effects of nuclear DNA content and ecotypic variation on forage and bioenergy quality.

The switchgrass genotypes aggregated within two cluster according to their nuclear DNA content, which consisted of 2.5-3.5 pg/2C DNA and 5.5-6.5 pg/2C respectively. The first cluster covered both lowland and upland tetraploid ($2n=4x=36$) ecotypes with an average 2.93 pg/2C nuclear DNA while the second consisted of the only octoploid ($2n=8x=72$) upland ones with 5.82 pg/2C average nuclear DNA.

The stem number of switchgrass genotypes at early blooming stage varied between 11-63.8 stem per plant. Fresh forage production from the harvest at this stage determined as 387.8 kg da⁻¹ - 7163.2 kg da⁻¹ depending on the genotypes. The variety Trailblazer that is oktoploid upland genotype produced the highest forage yield. Alamo was fixed as the superior variety in view of dry forage yield, which varied between 363.8 kg da⁻¹ - 2488.0 kg da⁻¹. Lignocellulosic structural components that are NDF, ADF and ADL exposed as 49.07-66.96%, 18.33-33.63% and 1.30-8.88% respectively. The tetraploid upland genotypes, BN-11357 and T-2099 come in to prominence in terms of higher forage digestibility rates. Crude protein content determined in the range of 6.17-16.38% is comparable to many cool season grasses. However, the genotypes with high biomass are clustered as low protein contents. While the forage yield and CP% were negatively correlated with *nDNA* content, a positive correlation was detected with NDF%, ADF% and ADL%. Lowland ecotypes have higher forage yield and digestibility, while the uplands have advantages in terms of CP%. Any ecotypic effect was detected on stem number and also lignin content of the switchgrass forage. A positive correlation was determined between hemicellulose, nitrogen and sulfur content of the biomass harvested for bioenergy purposes with *nDNA* while cellulose, lignin, ash, heating value, carbon and hydrogen were found to be negatively correlated. While the heating value, C, H, N and S content related to biomass combustion technologies revealed significant changes due to ecotype, lignin, cellulose, hemicellulose and ash parameters related to second-generation bioethanol production are not affected by ecotypic variation. The heating value of the lowland ecotypes were higher than the uplands with 17.71 Mj kg⁻¹ mean value, whereas C and H contents were determined to be caused by the excess. Combustion of biomass resulted in higher N and S emissions in upland ecotypes.

2018, 98 pages

Key Words: Switchgrass, nuclear DNA, plodiy, ecotype, forage quality, correlation.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez konumun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu derin bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmamı yönlendiren, farklı bakış açısı ile görmemi sağlayan, bana her daim engin tecrübesiyle yol gösteren ve manevi desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Nafiz ÇELİKTAŞ'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi en içten duygularıyla sunarım.

Tez çalışmamın yürütülmesi esnasında bana desteklerini esirgemeyen başta Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölüm Başkanı Saygıdeğer Prof. Dr. Ersin CAN'a ve tüm bölüm hocalarıma katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın tüm aşamalarında her türlü yardımlarını ve manevi desteklerini benden esirgemeyen çalışma arkadaşlarım Meryem İRGET ve Muammer EKMEKÇİ'ye katkılarından dolayı sonsuz teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her daim yanımda olan, varlıklarını her zaman hissettiren, kariyerim yolunda hep bir adım önde olmama öncülük eden ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen babam Abdurrahman BAZ, annem Nuray BAZ ve kardeşlerime sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Yüksek Lisans eğitimim süresince, 113O009 no'lu proje kapsamında proje bursiyeri olarak görev almama olanak sağlayarak, beni ve çalışmalarımı maddi anlamda destekleyen TÜBİTAK'a teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	8
3.1. MATERYAL	8
3.1.1. Bitkisel Materyal.....	8
3.1.2. Deneme Yerine Ait Toprak Özellikleri.....	10
3.1.3. Deneme Yerine Ait İklim Özellikleri.....	11
3.2. YÖNTEM.....	15
3.2.1. Çekirdek DNA (<i>n</i> DNA) ve Flow Sitometri Analizleri.....	15
3.2.1.1. Çekirdek DNA İzolasyon Protokolü	17
3.2.1.2. Flow Sitometri Analizi ve Çekirdek DNA Miktarının Hesaplanması ...	19
3.2.2. Sitolojik İncelemeler	19
3.2.2.1. Kök Ucu Örneklerinin Alınması	20
3.2.2.3. Materyalin Tespiti	20
3.2.2.4. Materyalin Muhafazası.....	20
3.2.2.5. Hidroliz	21
3.2.2.6. Boyama	21
3.2.2.7. Preparatların Hazırlanması.....	21
3.2.2.8. Kromozom Sayımları ve Görüntülenmesi	21
3.2.2.9. Devamlı Preparatların Yapılması.....	22
3.2.3. Dallı Darı Erken Fenolojik Dönem Yem Kalite Analizleri	22
3.2.3.1. Kardeş Sayısı (adet/bitki).....	23
3.2.3.2. Yaş Ot Verimi (kg da ⁻¹).....	23
3.2.3.3. Kuru Ot Verimi (kg da ⁻¹).....	23
3.2.3.4. Protein Oranı (%)	23
3.2.3.5. Lignoselülozik Yapı Tayini.....	24
3.2.4. İncelenen Diğer Özellikler	26
3.2.4.1. Çekirdek DNA Miktarının Yem Kalitesine Etkisi.....	26
3.2.4.2. Çekirdek DNA Miktarının Biyoenerji Verimliliğine etkisi	26
3.2.4.3. Dallı Darı Yem Kalitesi Üzerinde Ekotipik Etki	26
3.2.4.4. Dallı Darı Enerji Verimliliği Üzerinde Ekotipik Etki.....	26
3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	27
4.1. Flow Sitometri Analizleri ve Sitolojik Bulgular	27

4.2. Dallı Darı Erken Fenolojik Dönem Yem Miktar ve Kalitesi	38
4.2.1. Dallı Darı Erken Dönem Kardeş Sayısı (adet/bitki)	39
4.2.1. Biyokütle Verimi (Yaş / Kuru Ot Verimleri) (kg da ⁻¹)	45
4.2.2. Biyokütle Lignoselülozik Yapısı (NDF, ADF, ADL %)	51
4.2.3. Dallı Darı Erken Dönem Biyokütlesi Protein İçeriği (%).....	59
4.3. Yem Amaçlı Üstün Dallı Darı Genotiplerinin Seleksiyonu.....	64
4.4. Çekirdek DNA Miktarının Erken Dönem Yem Kalitesine Etkisi.....	67
4.5. Dallı Darı Erken Dönem Yem Verim ve Kalitesi Üzerine Ekotipik Etki	73
4.6. Çekirdek DNA Miktarının Dallı Darı Biyokütlesi Biyoenerji Verimliliğine Etkisi	77
4.7. Dallı Darı Biyokütlesi Biyoenerji Verimliliği Üzerine Ekotipik Etki	83
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	88
KAYNAKLAR	92
ÖZGEÇMİŞ	99

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Reyhanlı/Hatay Lokalitesi uzun yıllar ile deneme yılına ait sıcaklık (°C) değişimi.	32
Şekil 3.2 .	Reyhanlı/Hatay Lokalitesi uzun yıllar ile deneme yılına ait yağış (mm) değişimi.	
Şekil 3.3.	Reyhanlı/Hatay Lokalitesi uzun yıllar ile deneme yılına ait nispi nem (%) değişimi.	
Şekil 3.4.	Reyhanlı/Hatay Lokalitesi uzun yıllar ile deneme yılı aylık toplam güneşlenme süresi	
Şekil 3.5.	Flow sitometri analizleri için bitki örneklerinin hasadı ve uygun ortamda muhafazası.	
Şekil 3.6.	Flow sitometri analizlerinde standart olarak kullanılan Adi fiğ (<i>Vicia sativa</i>) bitkisinden örnek alımı.	
Şekil 3.7.	Dallı darı bitkisinden çekirdek DNA izolasyon işleminin aşamaları.	
Şekil 3.8.	Flow Sitometri analizinin yapıldığı cihaz, örneğin yerleştirilmesi ve oluşan pik değerler.	
Şekil 3.9.	Erken fenolojik dönem yem kalitesini belirlemek amacı ile dallı darı biyokütlesi hasadı (30 x 30 cm).	
Şekil 3.10.	Ankom filter bag tekniği ile dallı darı biyokütlesi lignoselülozik yapısının tayini.	
Şekil 4.1.	Tetraploid dallı darı (<i>9086103 genotipi</i>) ve fiğ bitkilerine ait G1 piklerinin birbirlerine göre nispi pozisyonları (sağ pik fiğ bitkisine aittir).	
Şekil 4.2.	Oktoploid dallı darı (<i>Falcon genotipi</i>) ve fiğ bitkilerine ait G1 piklerinin birbirlerine göre nispi pozisyonları (sol pik fiğ bitkisine aittir).	
Şekil 4.3.	Çekirdek DNA içeriklerine göre dallı darı koleksiyonunu oluşturan tüm genotiplerin dağılım dendogramı	
Şekil 4.4.	Araştırma materyali dallı darı genotiplerinin ploidy düzeylerine bağlı dağılımı.	
Şekil 4.5.	İncelenen dallı darı genotiplerinde kromozomal saptamalar a) BN-14668-65 genotipi $2n=4x=36$ -tetraploid b) Blackwell genotipi $2n=8x=72$ oktoploid.	
Şekil 4.6.	Çekirdek DNA içeriklerine göre seçilmiş, tetraploid ve oktoploid dallı darı genotiplerinin yakınlık dağılımının dendogramı ve filogenetik ağaç ile gösterimi	
Şekil 4.7.	Erken fenolojik dönem dallı darı bitkileri (yem amaçlı hasat dönemi).	
Şekil 4.8.	Dallı darı genotiplerinin, erken fenolojik dönem kardeş sayılarına bağlı dağılım ağacı.	
Şekil 4.9.	Dallı darı genotiplerinin erken fenolojik dönem yaş biyokütle verimlerine bağlı dağılım ağacı.	
Şekil 4.10 .	Dallı darı genotiplerinin erken fenolojik dönem kuru biyokütle verimlerine bağlı dağılım ağacı.	
Şekil 4.11.	Dallı darı genotiplerinin erken fenolojik dönem biyokütlesi %NDF	

	içeriklerine bağlı dağılım ağacı.	
Şekil 4.12.	Dallı darı genotiplerinin erken fenolojik dönem biyokütlesi %ADF içeriklerine bağlı dağılım ağacı.	
Şekil 4.13.	Dallı darı genotiplerinin erken fenolojik dönem biyokütlesi %ADL içeriklerine bağlı dağılım ağacı.	
Şekil 4.14.	Dallı darı genotiplerinin erken fenolojik dönem biyokütlesi % protein içeriklerine bağlı dağılım ağacı.	
Şekil 4.15.	Temel bileşen faktörleri öz değerlerine dayalı olarak oluşturulan çizgi grafiği.	
Şekil 4.16.	Dallı darı genotipleri erken fenolojik dönem yem parametreleri için temel bileşenler analizi biplot dağılım grafiği.	
Şekil 4.17.	Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak erken fenolojik dönem yaş ot verimindeki değişim.	
Şekil 4.18.	Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak erken fenolojik dönem kuru ot verimindeki değişim.	
Şekil 4.19.	Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak erken fenolojik dönem biyokütlesi % NDF oranı değişimi.	
Şekil 4.21.	Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak erken fenolojik dönem biyokütlesi % ADL oranı değişimi.	
Şekil 4.22.	Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak erken fenolojik dönem biyokütlesi protein oranı değişimi.	
Şekil 4.23.	Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak erken fenolojik dönem ortalama kardeş sayısı değişimi.	
Şekil 4.24.	Dallı darı ekotipleri, erken fenolojik dönem yem verim ve kalite ortalamaları.	
Şekil 4.25.	Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlerde selüloz içeriği değişimi.	
Şekil 4.26.	Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlerde hemiselüloz içeriği değişimi.	
Şekil 4.27.	Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlerde lignin içeriği değişimi.	
Şekil 4.28.	Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlerde kül içeriği değişimi.	
Şekil 4.29.	Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlenin ısı değerleri değişimi	
Şekil 4.30.	Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlenin azot içeriği değişimi.	
Şekil 4.31.	Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlenin karbon içeriği değişimi.	
Şekil 4.32.	Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlenin hidrojen içeriği değişimi.	
Şekil 4.33.	Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlenin kükürt içeriği değişimi.	
Şekil 4.34.	Dallı darı ekotipleri, biyoenerji parametrelerine ait ortalama değerler.	

ÇİZELGELER DİZİNİ

- Çizelge 3.1. Araştırma konusu dallı darı (*Panicum virgatum* L.) genotiplerine ait USDA kayıt ve bitki tanım adları ile orjin merkezleri.
- Çizelge 3.2. Deneme alanı toprak analiz sonuçları
- Çizelge 3.3. Reyhanlı/Hatay Lokalitesi, araştırma yılı ile uzun yıllara ait ortalama iklim verileri
- Çizelge 4.1. Dallı darı genotipleri çekirdek DNA içeriklerine ait varyans analiz tablosu
- Çizelge 4.2. Dallı darı genotiplerine ait çekirdek DNA içeriklerine ait ortalama değerler ile bu değerlere ait bazı istatistiki veriler.
- Çizelge 4.3. Dallı darı genotiplerine ait erken fenolojik dönem kardeş sayısı (adet/bitki) değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları.
- Çizelge 4.4. Dallı darı genotiplerine ait erken fenolojik dönem kardeş sayısı (adet/bitki)
- Çizelge 4.5. Dallı darı genotipleri erken dönem yaş ot verimlerine ait varyans analiz tablosu
- Çizelge 4.6. Dallı darı genotipleri erken dönem kuru ot verimlerine ait varyans analiz tablosu
- Çizelge 4.7. Dallı darı genotipleri erken fenolojik dönem biyokütle (yaş-kuru ot) verimleri.
- Çizelge 4.8. Dallı darı genotipleri erken dönem yem örneklerinin %NDF oranlarına ait varyans analiz tablosu.
- Çizelge 4.9. Dallı darı genotipleri erken dönem yem örneklerinin %ADF oranlarına ait varyans analiz tablosu.
- Çizelge 4.10. Dallı darı genotipleri erken dönem yem örneklerinin %ADL oranlarına ait varyans analiz tablosu.
- Çizelge 4.11. Dallı darı genotiplerine ait erken fenolojik dönem yemin hücre duvarı lignoselülozik yapısı.

- Çizelge 4.12. Dallı darı genotiplerine ait erken fenolojik dönem yemin protein içerik değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları.
- Çizelge 4.13. Dallı darı genotiplerine ait erken fenolojik dönem yemin protein içerikleri.
- Çizelge 4.14. Dallı darı genotipleri yem amaçlı kullanım parametreleri açısından temel bileşenler analizi özdeğer tablosu
- Çizelge 4.15. Dallı darı genotipleri yem amaçlı kullanım parametreleri açısından temel bileşenler analizi özyöney tablosu.
- Çizelge 4.16. Çekirdek DNA miktarı ile dallı darı erken fenolojik dönem yem miktar ve kalite parametreleri arası korelasyon (*pearson*) matriksi
- Çizelge 4.17. Araştırmaya konu dallı darı genotiplerinin ekotipik dağılım oranları.
- Çizelge 4.18. Dallı darı ekotipleri, erken fenolojik dönem yem verim ve kalite parametre ortalamalarına uygulanan varyans analiz sonuçları.
- Çizelge 4.19 Çekirdek DNA miktarı ile dallı darı biyokütlesi biyoenerji parametreleri arası korelasyon (*pearson*) matriksi.
- Çizelge 4.20. Dallı darı ekotiplerine ait fizyolojik olgunluk dönemi biyoenerji parametre ortalamalarına uygulanan varyans analiz sonuçları.

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<i>nDNA</i>	Çekirdek DNA
C4	Karbon 4 reaksiyon
MPa	Mega paskal
da	Dekar
ha	Hektar
ROS	Reaktif oksijen
ABA	Absisik asit
SA	Salisilik asit
JA	Jasmonik asit
µg	Mikrogram
USDA/ARS	United State Department of Agriculture/Agriculture Research Service
MP-AES	Microwave Plasma Atomic Emission Spectroscopy
µS	Micro second
Ppm	Part Per Million
°C	Derece selsiyus
KOH	Potasyum hidroksit
KNO ₃	Potasyum nitrat
Pg	Pikogram
MgSO ₄	Magnezyum sülfat
HCl	Hidroklorik asit
ADF	Asit deterjan lif
NDF	Nötral deterjan lif
ADL	Asit deterjan lignin
PCA	Temel Bileşenler Analizi/Principal component analyses
Mj kg ⁻¹	Mega jul/kilogram
Gj ha ⁻¹	Giga jul/hektar
SO _x	Kükürt oksit
NO _x	Azot oksi
EtOH	Etanol

1. GİRİŞ

Biyokütle, aslında fiziksel güneş enerjisinin potansiyel kimyasal enerji olarak yaşayan biyolojik organizmalarda depolanmasını ifade eder. Güneş enerjisinin % 0.1'i kadar depolanan bu enerjinin dünya toplam enerji tüketiminden 10 kat fazla olduğu varsayılmaktadır. Bu enerjiyi ortaya çıkarmak amacı ile biyokütle bitkileri veya enerji bitkileri tarımının, enerji arzı ve ekolojik sorunlar çıkmazında büyük olanaklar sunacağı değerlendirilmektedir. Biyokütle organik bir karbon kaynağıdır ve yakılması neticesinde, biyokütle oluşumunda bitki tarafından atmosferden alınan karbon tekrar atmosfere salınmaktadır. Dolayısıyla bu reaksiyon atmosferdeki net karbondioksit miktarını arttırmaz ve fosil yakıtları gibi sera etkisi ortaya çıkaran gaz salınımları oluşturmaz. Fosil yakıtlara kıyasla biyokütlenin yanması sonucu zararlı emisyon salınımının % 90'lara varan oranda azaltılabileceği öngörülmektedir. Nitekim DeBolt ve ark. (2009) enerji bitkilerinden elde edilen biyoyakıtların benzine kıyasla sera gazı salınımlarını %68 oranında azalttığını saptamışlardır. Bu açıdan Qiu ve ark. (2010) biyoyakıtları karbon nötr olarak tanımlamaktadırlar. Atmosferik karbonu kullanma yeteneği oldukça yüksek olan C4 bitkileri, yüksek büyüme hızları dolayısıyla ideal biyokütle bitkileridir. Yüksek selülozik yapıya sahip bitki hasat ürünlerinin farklı çevrim teknolojileri ile işlenmesi neticesinde, endüstriyel amaçlı yenilenebilir doğal biyoyakıtlar üretilmektedir.

Yüksek biyokütle verimi, geniş adaptasyon kabiliyeti ve marjinal alanları değerlendirebilme yeteneği dolayısıyla Dallı darı (*Panicum virgatum* L.) bitkisi selülozik etanol üretimi konusunda Amerika Biyoenerji Programı tarafından 37 bitki arasından model tür olarak seçilmiştir (Wright ve Turhollow, 2010). Öte taraftan kuraklık ve su baskınına dayanımı, düşük pestisit ve gübre isteği, kolay tesis edilmesi ve uzun yıllar yüksek biyokütle verimi alınabilmesi, toprak organik maddesini arttırması ve kuvvetli kök sistemi ile iyi bir erozyon kontrol bitkisi olması gibi diğer üstün tarımsal özellikleri, bu türü daha da öne çıkarmaktadır.

Dallı darı Kuzey Amerika'da doğal olarak yetişen, Kanada ile Orta Amerika ve Meksika'nın güney kısımlarında yayılış gösteren önemli bir yembitkisi türüdür. Elbersen ve ark. (2001) dallı darının yüksek oranda polimorfizm gösterdiğini ve genotipler arasında çok farklı ploidi seviyelerine rastlamanın mümkün olduğunu, Wright ve Turhollow (2010) ise dallı darı genotiplerinde gözlenen yüksek genetik

farklılığın ıslahçılara seleksiyon ve yeni çeşit geliştirme açısından çok büyük avantajlar sunduğunu bildirmektedirler. *Panicum virgatum* L. temel kromozom sayısı $x=9$ olup somatik kromozom sayıları $2n=2x=18$ ile $2n=12x=108$ arasında değişim göstermektedir. Ova tipi genotipler yaygın olarak $2n=4x=36$ kromozomlu iken, $2n=8x=72$ kromozomlu oktoploid ova formlarına nadiren rastlanabilmektedir. Bununla birlikte yayla tipleri hem tetraploid ve hem de oktoploid formları içerse de doğada oktoploidlere tetraploidlerden 2-3 kat daha fazla rastlanabilmektedir. $2n=6x=54$ kromozom sayılı hekzaploid genotipler ise çok nadir görülmekle birlikte gen havuzunda önemli işlevler üstlenebilmektedirler (Casler 2012). Herhangi bir popülasyon içerisindeki bireyler arasında gözlenen ploidy seviyesi farklılıkları, popülasyon içi ve bireyler arası genetik farklılaşmalara neden olan gen akışları ve bireyler arası eşleşmelere olanak sağlamaktadır. Tetraploid yapıdaki yayla ve ova dallı darı ekotipleri de birbirleri ile kolayca melezlenebilmekte iken doğada farklı ploidy seviyesinden ova ve yayla ekotipleri arasındaki doğal mezezlere rastlanılmamaktadır. Öte taraftan yüksek bir heterozisle sonuçlanan rastgele bir ova ve yayla tip arasındaki doğal melezlenme oranı da ancak %35 seviyesinde gerçekleşebilmektedir. Dolayısıyla bireylerin genom büyüklükleri arasındaki değişimin bilinmesi, herhangi bir genetik ve genomik çalışma açısından kritik olan ilk basamağı oluşturmaktadır (Costich, ve ark. 2010).

Aynı türün farklı ploidy seviyelerindeki bireyleri arasında önemli yapısal farklılıklar mevcuttur. Çünkü kromozom sayısının artması ile hücre hacmi, DNA içeriği ve enzim aktivitesi artmakta ve bu durum poliploid bireylerin farklı habitus, biyokimyasal içerik, çiçeklenme zamanı farklılıkları vb. durumların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Tucak ve ark. (2013) tetraploid bir çayır üçgülü çeşidi olan Amos'un diploid çeşitlere göre üstün özellikler göstermesini, ploidy seviyesi dolayısıyla oluşturduğu daha güçlü, kalın gövde ve geniş yaprak özelliklerine bağlamışlardır. Öte taraftan Drobná ve Jančovič (2006), tetraploid çayır üçgüllerinin diploid çeşitlere kıyasla daha yüksek protein, çözünebilir karbonhidrat, potasyum ve fosfor içerirken, daha düşük lignoselülozik yapıya sahip olduklarını vurgulayarak böylece daha kaliteli bir yem sunduklarını bildirmişlerdir.

Dallı darı biyoenerji bitkisi olarak ön plana çıkmıştır. Oysa bitki Amerika kıtasının doğal meralarında yaygın olarak bulunan ve yaz sezonunda otlatma amacıyla kullanılan bir türdür. Dolayısıyla biyoenerji kaynağı olmanın yanı sıra ülkemizde de

hayvan besleme açısından da mutlak suretle değerlendirilmesi gerekmektedir. Hatta uygun ekolojilerde uygun genotiplerin belirlenerek, çift amaçlı yani erken vejetatif dönem otlatma ya da biçme ve sonrası vejetatif gelişimin biyonerji amaçlı kullanım olanaklarının ortaya konulması hayvan besleme açısından büyük önem arz etmektedir. Zira sıcak iklim buğdaygil bitkisi olan bu tür kısıtlı sulama koşullarında Akdeniz iklim kuşağında Mart ayı, Karasal iklim kuşağında ise Nisan başında kış dormansisinden uyanmakta ve her iki ekolojide de Eylül ayına kadar yeşil ot temin edebilmektedir (Çeliktaş ve ark., 2017). Dallı darı bitkisi Akdeniz ekolojik koşullarında erken fenolojik dönemlerde yapılacak bir biçim sonrasında, kendisini tekrar toplayarak biyoenerji amaçlı biyokütle üretimi için yeterli zaman bulabilmektedir. Nitekim Bates (2015), sıcak iklim kuşaklarında dallı darının yem ve biyokütle amaçlı biçilebileceğini, erken dönem dallı darı otunun kamışsı yumaktan daha kaliteli olduğunu bildirmektedir. Öte taraftan yaz başında henüz sulamaya geçmeden yapılacak biçme veya otlatma uygulamaları sırasında toprak ve vejetasyonun zarar görmeyecek olması ve daha temiz bir hasıl elde etme potansiyelinin oluşu da diğer kışlık türlere kıyasla önemli bir avantajdır.

Tamamlanan mevcut çalışma sonucu; Amerika kıtası meralarının doğal bitkisi olan dallı darı (*Panicum virgatum* L.) türüne ait mevcut koleksiyon, sapa kalkma öncesi erken fenolojik dönemde, hayvan besleme kalitesi açısından karakterize edilmiştir. Bu sayede bölge hayvancılığı için, kuru sezon diye tanımlanan yaz döneminde, kısıtlı sulama ile uzun süreli yeşil ot üretebilen alternatif bir yem bitkisinin tarımsal üretime adaptasyonu sağlanmıştır. Bununla birlikte biyoenerji tarımında model bitki olarak kabul gören türün yayla ve ova ekotiplerinde, biyoenerji verimliliği açısından belirlenen parametreler ile yem kalite özellikleri üzerine çekirdek DNA miktarı ve ekotipik etki ortaya konulmuştur.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kung ve ark. (2003), dallı darı biyokütlesinin besin elementi komponentlerindeki kısıtlar dolayısıyla, dallı darı silaj kalitesini arttırmak amacıyla farklı katkı maddeleri uygulanabildiğini bildirmişlerdir.

McLaughlin ve Kszos (2005), dallı darı bitkisinin ilk tesis yılı ve sonrasında potansiyel üretim kapasitesinin ancak %33-66'sına ulaşabildiğini, maksimum biyokütle verimliliğine ise tesis edilişinin üçüncü yılında ulaşabildiğini bildirmişlerdir.

Parrish ve Fike (2005), dallı darı bitkisinin, yabancı tozlanan ve yüksek açılım gösteren poliploid bir tür olduğunu, ploidy seviyesinin $2n=2x=18$ 'den $2n=12x=108$ 'e kadar değişim gösterebildiğini bildirmişlerdir.

Bouton (2007), dallı darı türünün ova ve yayla olmak üzere iki ekotipinin bulunduğunu, bu ayırımın ekotiplerin habitat istekleri ve bazı morfolojik karakterlerine bağlı olarak belirginleştiğini bildirmiştir. Araştırmacı yayla ekotiplerin daha kısa boylu, uzun rizomlu ve yoğunlukla kıraç, soğuk koşullara adapte olabildiklerini, buna karşın ova ekotiplerin yüksek boylu, yayla tiplere kıyasla verimli ve nemli, ılıman koşulları tercih ettiğini vurgulamışlardır.

Alexopoulou ve ark. (2008), Carthage, Kanlow gibi önemli ova tipi dallı darı çeşitlerinin de bulunduğu grubun Caddo, Summer gibi ticari çeşitleri içeren yayla ekotipleri grubundan kuru madde esasına göre %19 oranında daha fazla biyokütle ürettiklerini bildirmişlerdir. Araştırmacılar ova ekotiplerin biyokütle ortalamasını 14.4 t ha^{-1} saptarken, yayla ekotiplerin ortalama verimlerinin 12.2 t ha^{-1} olarak gerçekleştiğini belirlemişlerdir.

Barney ve ark. (2009), ova ve yayla tipi dallı darı çeşitlerinin farklı toprak nemi koşullarındaki çimlenme ve toprağı kaplama oranlarının %55-90 arasında değişebildiğini, ova ekotiplerin tarla kapasitesinin üzerindeki, taşkın koşullarında performanslarının iyi olduğunu buna karşın yayla ekotiplerin aynı koşullarda performanslarının düştüğünü bildirmişlerdir. Araştırmacılar 4.0 ve 11.0 MPa aralığındaki kuraklık uygulamalarında dallı darıda sap sayısı ve uzunluğunun, yaprak alanı ve biyokütle verimlerinin %80 oranında azaldığını ve buna rağmen ova tiplerin farklı olumsuz ekolojik koşullardaki adaptasyon kabiliyetlerinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Gupta ve Demirbaş (2010), Kuzey Amerikanın doğal bitkisi olan dallı darının, çok yıllık, sıcak iklim bitkisi olduğunu, geleneksel olarak yem, toprak koruma, çim amaçlı yetiştirilmekle birlikte enerji amaçlı tarımının yaygınlaşmaya başladığını bildirmişlerdir.

Guretzky ve ark. (2011), Alamo dallı darı ticari çeşidi ile farklı lokasyonlarda yürüttükleri çalışmalarında artan N dozlarında verimde lokalitelere bağlı farklılıklar oluştuğunu, ancak 135 kg N ha⁻¹ dozundan sonra yapılan artışların verimde önemli bir farklılık oluşturmadığını belirtmişlerdir. Ekolojik koşullara bağlı olarak, çiçeklenme ve tohum olgunlaştırma dönemleri olmak üzere dallı darı bitkisinden yılda iki biçim yapılmasının mümkün olduğunu, erken dönem biçiminin yem ve geç dönem hasadının ise biyoyakıt amaçlı değerlendirilebileceğini vurgulamışlardır.

Hartman ve ark. (2011), Amerika'nın merkez ve doğu bölgelerinde, oldukça geniş bir alanda yayılım gösteren dallı darının bu bölge meralarının doğal, önemli bir yembitkisi türü olduğunu, düşük bir girdi maliyeti ile tesis edilebildiğini ve toprağa karbon bağlama kapasitesinin çok yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar biyoyakıt amaçlı dallı darı tarımının yaygınlaşmasının ekonomik getirisinin yanı sıra toprak yapısını iyileştirerek marjinal alanların yapısını değiştirmesi, erozyonu önlemesi, yabani hayata olan katkısı, karbon tutumunu arttırması ve dekoratif yönleri ile de değerlendirilmesi gerektiğine vurgu yapmışlardır.

Casler (2012), *Panicum virgatum* L. temel kromozom sayısının $x=9$ olduğunu, somatik kromozom sayılarının $2n=18$ ile 108 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmacı ova tipi genotiplerin yaygın olarak $2n=4x=36$ kromozomlu iken, $2n=8x=72$ kromozomlu oktoploid formlarının da bulunabildiğini, bununla birlikte yayla tiplerinin hem tetraploid ve hem de oktoploid formları olmakla beraber, doğada oktoploidlere tetraploidlerden 2-3 kat daha fazla rastlandığını, $2n=6x=54$ kromozom sayılı hekzaploid genotiplerin ise çok nadir görülmekle birlikte gen havuzunda önemli işlevler üstlenebildiğini belirtmiştir.

Butkutė ve ark. (2013), dallı darı biyokütlesinin salkım çıkarma ve dane dolum dönemlerindeki hasatlarında, biyokimyasal kompozisyonun önemli değişimler gösterdiğini, NDF, selüloz ve holoselüloz oranlarının dane dolum döneminde daha yüksek olduğunu, bu dönemde lignin birikiminin 105 g kg⁻¹ ve yapısal olmayan

karbonhidrat oranının 28.4 g/bitki şeklinde saptandığını, bitki kısımları arasında incelenen özellikler açısından bir farklılık saptayamadıklarını bildirmişlerdir.

Aimar ve ark. (2014), ova tipi bir dallı darı genotipi olan Kanlow çeşidinin erken fide döneminde, hafif kuraklık stresinin uygulandığı çalışmada, reaktif oksijen (ROS) seviyesini düşüren stres hormonlarından absisik asit (ABA) seviyesinin yükseldiğini, normal seviyede sulanan parsellerde salisilik (SA) ve jasmonik (JA) asit seviyelerinin daha fazla miktarda ölçüldüğünü bildirmişlerdir. Araştırmacılar stres sonrası sulanan bitkilerde ABA'ya bağlı RAB18 ve RD22 gen ifadesinin baskılandığını, Kanlow çeşidinde kuraklık stresine önemli bir dayanım mekanizmasının bulunduğunu kaydetmişlerdir.

Giannoulisa ve ark. (2014), Alamo dallı darı çeşidinin Orta Yunanistan ekolojisinde, toprak neminin çok yüksek olduğu (aquic toprak) ve ilave su koşullarında, biyokütle veriminin 27-30 t ha⁻¹ seviyelerine çıkabildiğini, ilave suyun kesilmesi ile verimin 19-24 t ha⁻¹'a gerilediğini, suyun kıt olduğu (xeric toprak) koşullarda ise biyokütle veriminin 14-15 t ha⁻¹ olarak gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar nemli toprak koşullarında N alımını 70-84 kg ha⁻¹ olarak belirlerken, kuru toprak koşullarında 60 kg ha⁻¹'in altında olduğunu, N ve K kullanım etkinliğinin ise sırası ile 240 ve 160 kg kg⁻¹ olduğunu saptamış ve dallı darı tarımının özellikle de nemli toprakların bulunduğu ekolojilerde yaygınlaştırılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Sadaka ve ark. (2014), Amerika meralarının doğal bitkisi olan dallıdarının düşük girdi gereksinimi ve marjinal alanları değerlendirebilme potansiyeli dolayısıyla, ikinci generasyon biyoenerji bitkisi olarak oldukça ümit verici bir tür olduğunu bildirmektedirler.

Merrick ve Fei (2015), çok yıllık, rizomlu bir yapıda olan dallı darı türünün iki ekotipi bulunduğunu, tetraploid (2n=4x=36) ile oktoploid (2n=8x=72) yapıdaki bireylerin doğada daha yaygın olarak bulunabildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar dallı darı türünde kromozomal seviyenin 2n=18, 36, 54, 72, 90 ve 108 olabildiğini, yayla ve ova ekotipler arasında ise melez uyumsuzluğu sorunu olmadığına vurgu yapmışlardır.

Pfister ve ark. (2017), dallı darı samanında saponin dichotomin ve protodioskin içeriklerinin sıra ile 0.37 ve 0.19 µg/g aralığında değiştiğini, samanın pelet haline getirilmesinin dichotomin içeriğini %38 oranında azaltırken, at yetiştiriciliğinde bu

peletlerin altlık olarak kullanımından kaynaklı zehirlenme risklerinin çok düşük olduğunu, bununla birlikte atların yonca ve arpa peleti tercihlerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Yue ve ark. (2017), tetraploid yapıdaki ova çeşitlerinden Alamo ve Kanlow ile yayla çeşidi Ranlow'u, antimitotik ajan kolkisin ile poliploidleştirerek oktoploidler elde ettiklerini ve oktoploidlerin tetraploid formlara kıyasla daha kısa boylu ve az sayıda kardeş ürettiklerini, biyokütle miktarının da önemli düzeyde azaldığını saptamışlardır. Araştırmacılar bu değişimlere karşın poliploidlerde yaprak uzunluğu ve genişliğinde ise artış belirlemişlerdir.



3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. MATERİYAL

3.1.1. Bitkisel Materyal

Araştırmada materyal olarak TÜBİTAK TOVAG 113O009 no'lu proje kapsamında Amerikan Tarım Teşkilatı (USDA) Genetik Kaynaklar Koruma Biriminden temin edilen Dalı darı (*Panicum virgatum* L.) genetik materyali kullanılmıştır. Bahse konu proje kapsamında, yayla (upland) ve ova (lowland) ekotiplerden oluşan, farklı habitatlardan toplanmış 174 genotip MKÜ Ziraat Fakültesi Telgaliş Araştırma ve Uygulama Alanında koleksiyon bahçesi şeklinde tesis edilmiştir.

Koleksiyonu oluşturan genotiplerin morfolojik, tarımsal ve bazı biyokimyasal özellikleri biyoenerji amaçlı olarak TÜBİTAK TOVAG 113O009 ve yem amaçlı MKÜ BAP 15106 no'lu projeler kapsamında incelenmiştir. Mevcut çalışmada örneklemeler; çakılı deneme üzerinde, bahse konu iki proje sonuçları ile belirlenen 40 tetraploid ($2n=2x=36$) ve 40 oktoploid ($2n=8x=72$) genotip üzerinde tamamlanmıştır. Araştırma konusu olan bitkisel materyal tesisinin 3. yılındaki, adaptasyonunu tamamlamış, maksimum verimlilik seviyesine ulaşmış dalı darı bitkilerini kapsamıştır. Çalışmada örnek alımları 2016 yılı dalı darı yetiştirme sezonunda yürütülmüştür.

Araştırma konusu introduksiyon genotiplerin USDA/ARS envanter kodları (PI), bitki adları, orijin merkezleri ve ekotipleri Çizelge 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Araştırma konusu dalı darı (*Panicum virgatum* L.) genotiplerine ait USDA kayıt ve bitki tanım adları ile orijin merkezleri

No	USDA /ARS Kayıt Adı	USDA /ARS Bitki Tanımı	Orijin	Ekotip*
1	PI 315723	BN-8358-62	ABD NORTH CAR	L
2	PI 315724	BN-10860-61	ABD KANSAS	U
3	PI 315727	BN-11357-63	ABD NORTH CAROL	L
4	PI 337553	196	ARJANTİN	U
5	PI 414065	BN-14668-65	ABD ARKANSAS	L
6	PI 414066	GRENVILLE	ABD NEW MEXICO	U
7	PI 414067	BN-8624-67	ABD NORTH CAROL	U
8	PI 414068	BN-18758-67	ABD KANSAS	U
9	PI 414069	BN-309-69	ABD NEW YORK	U

10	PI 414070	BN-12323-69	ABD KANSAS	L
11	PI 421138	CARTHAGE	ABD NORTH CAROL	U
12	PI 421521	KANLOW	ABD KANSAS	L
13	PI 421999	AM-314/MS-155	ABD ARKANSAS	L

Çizelge 3.1.(devamı)

14	PI 422000	WABASSO	ABD FLORIDA	L
15	PI 422001	STUART	ABD FLORIDA	L
16	PI 422003	PMT-785	ABD FLORIDA	L
17	PI 422006	ALAMO	ABD TEXAS	L
18	PI 422016		ABD FLORIDA	L
19	PI 431575	KY 1625	ABD KENTUCKY	U
20	PI 469228	CAVE-IN-ROCK	ABD ILLINOIS	U
21	PI 476291	T 2099	ABD MARYLAND	L
22	PI 476292	T2100	ABD ARKANSAS	U
23	PI 476293	T2101	ABD NEW JERSEY	L
24	PI 476294	T4613	ABD COLORADO	U
25	PI 476295	T4614	ABD COLARADO	U
26	PI 476296	T16971	ABD MARYLAND	U
27	PI 476297	CADD0	ABD OKLAHOMA	U
28	PI 477003	NEBRASKA 28	ABD NEBRASKA	U
29	PI 537588	DACOTAH	ABD OREGON	U
30	PI 549094	TRAILBLAZER	ABD NEBRASKA	U
31	PI 591824	SHAWNEE	ABD NEBRASKA	U
32	PI 598136	SUNBURST	ABD SOUTH DAKOTA	U
33	GRIF1696901SD	GRIF 16969	ABD FLORIDA	L
34	PI 639191	WS4U	ABD WISCONSIN	U
35	PI 639192	WS8U	ABD WISCONSIN	U
36	PI 642190	FALCON	ABD NEW MEXICO	U
37	PI 642191	SUMMER	ABD SOUTH DAKOTA	U
38	PI 642192	PATFINDER	ABD NEBRASKA	U
39	PI 642194	70 SG 002	ABD NORTH DAKOTA	U
40	PI 642195	70 SG 003	ABD NORTH DAKOTA	U
41	PI 642196	70 SG 004	ABD NORTH DAKOTA	U
42	PI 642197	70 SG 005	ABD NORTH DAKOTA	U
43	PI 642198	70 SG 006	ABD NORTH DAKOTA	U
44	PI 642200	70 SG 008	ABD NORTH DAKOTA	U
45	PI 642201	70 SG 010	ABD NORTH DAKOTA	U
46	PI 642203	70 SG 012	ABD NORTH DAKOTA	U
47	PI 642204	70 SG 013	ABD NORTH DAKOTA	U
48	PI 642207	70 SG 016	ABD NORTH DAKOTA	U
49	PI 642212	70 SG 021	ABD NORTH DAKOTA	U
50	PI 6422019	70 SG 029	ABD NORTH DAKOTA	U
51	PI 642222	70 SG 033	ABD NORTH DAKOTA	U
52	PI 642224	70 SG 035	ABD NORTH DAKOTA	U
53	PI 642230	70 SG 042	ABD NORTH DAKOTA	U
54	PI 642235	70 SG 047	ABD NORTH DAKOTA	U

55	PI 642237	70 SG 049	ABD NORTH DAKOTA	U
56	PI 642239	70 SG 051	ABD NORTH DAKOTA	U
57	PI 642240	70 SG 052	ABD NORTH DAKOTA	U
58	PI 642242	70 SG 055	ABD NORTH DAKOTA	U

Çizelge 3.1.(devamı)

59	PI 642251	70 SG 064	ABD NORTH DAKOTA	U
60	PI 642254	70 SG 067	ABD NORTH DAKOTA	U
61	PI 642258	70 SG 072	ABD NORTH DAKOTA	U
62	PI 642259	70 SG 073	ABD NORTH DAKOTA	U
63	PI 642260	70 SG 074	ABD NORTH DAKOTA	U
64	PI 642262	70 SG 076	ABD NORTH DAKOTA	U
65	PI 642266	70 SG 080	ABD NORTH DAKOTA	U
66	PI 642267	70 SG 081	ABD NORTH DAKOTA	U
67	PI 642271	71 SG 004	ABD NORTH DAKOTA	U
68	PI 642272	71 SG 005	ABD NORTH DAKOTA	U
69	PI 642273	71 SG 006	ABD NORTH DAKOTA	U
70	PI 642274	71 SG 007	ABD NORTH DAKOTA	U
71	PI 657663	BLACKWELL	ABD KANSAS	U
72	PI 659335	2008FL-011	ABD FLORIDA	U
73	PI 659336	2008FL012	ABD FLORIDA	U
74	PI 659340	9064231	ABD NEW YORK	L
75	PI 659341	9086085	ABD NEW YORK	L
76	PI 659342	9086087	ABD NEW YORK	L
77	PI 659344	9086101	ABD NEW YORK	L
78	PI 659345	9086103	ABD NEW YORK	L
79	PI 659346	9086104	ABD NEW YORK	L
80	PI 315728	BN-13645-64	ABD MARYLAND	L

*) L-Lowland (Ova), U-Upland (Yayla), Kaynak; ABD Tarım Teşkilatı (USDA) Genetik Kaynaklar Koruma Birimi (2012)

3.1.2. Deneme Yerine Ait Toprak Özellikleri

Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, tüm alanı temsil edecek şekilde 5 farklı nokta ve 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Örnek alımı için belirlenen noktalarda, toprağın kuru olan üst fazı sıyrılmış ve alt kısmından örnekleme yapılmıştır.

Toprak analizleri MKÜ Teknoloji ve Ar-Ge Uygulama ve Araştırma Merkezi ile Antakya Ticaret Borsası Toprak-Bitki Analiz laboratuvarlarında yaptırılmıştır. Kimyasal analizler, paçal örnekler üzerinden yapılmıştır. Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Toprak analiz sonuçları; deneme alanı topraklarının organik madde içeriği yönünden zayıf karakterde olduğunu göstermektedir. Toprak tuzsuz, hafif alkali ve aşırı kireçli yapıdadır. Reyhanlı Telgaliş deneme alanı toprak tekstürünü “killi toprak” olarak

tanımlamak mümkündür. Potasyum içeriği yüksek bulunan deneme sahası topraklarının fosfor yönünden zayıf olduğu saptanmıştır. İncelenen toprağın azot yönünden fakir olduğunu söylemek mümkündür. Toprak kalsiyum, bakır ve magnezyum içerikleri oldukça yüksek bulunurken, demir açısından iyi fakat çinko noksanlığının oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme alanı toprak analiz sonuçları

Parametre	Metot	Analiz Sonucu
Organik madde (%)	Walkley-Black	1.39
Kireç (%)	Kalsimetrik	23.42
Saturasyon (%)	Su ile doygunluk	101
Kum (%)		17
Silt (%)		25
Kil (%)		59
Tekstür		Kil
pH	Potansiyometrik	8.22
İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Potansiyometrik	974.6
Tuzluluk	(EC metre)	0.05
N (%)	Kjeldal	0.036
P (ppm)	Spektrofotometrik	6.40
K (ppm)	Alev Fotometresi	287.3
Na (ppm)	Alev Fotometresi	231.3
Li (ppm)	Alev Fotometresi	4.0
Ca (ppm)	Alev Fotometresi	4010.0
Fe (ppm)	MP-AES	9.523
Zn (ppm)	MP-AES	0.244
Cu (ppm)	MP-AES	2.914
Mn (ppm)	MP-AES	12.025
Mg (ppm)	MP-AES	992.0

3.1.3 Deneme Yerine Ait İklim Özellikleri

Araştırmaların yürütüldüğü Hatay ilinde 2016 yılı ile uzun yıllar ortalaması bazı iklim verileri Çizelge 3.3’de sunulmuştur.

Hatay ili araştırma alanında tipik Akdeniz iklimi hakim olup, toplam yıllık yağış 563.2 mm’dir (23 yıllık ortalama). En sıcak ay ortalama 28.8 °C ile Ağustos ayı olup, Ocak ayı ortalama 8.8 °C ile en soğuk aydır.

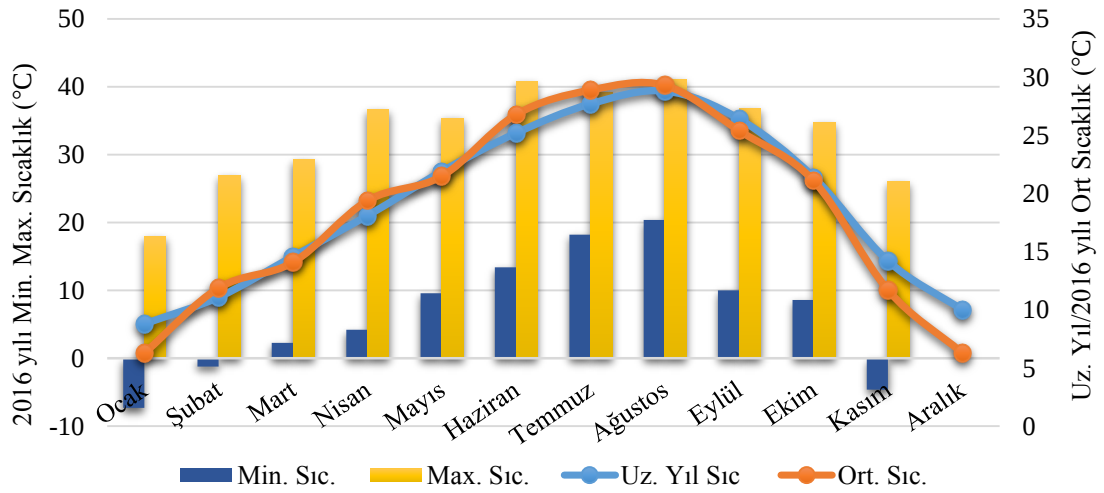
Araştırmanın yürütüldüğü Hatay ili Reyhanlı ilçesinde deneme yılı ortalama sıcaklıklarının, uzun yıllar ortalamalarından önemli bir sapma göstermediği görülmektedir (Şekil 3.1). Dallı darı bitkilerinin dormansiden uyanma öncesinden itibaren erken fenolojik dönemlerini etkileyen süreçte ocak ayı, uzun yıllara kıyasla

daha soğuk gerçekleşmiş ve bu ayda sıfırın altında sıcaklıklar kaydedilmiştir. Şubat ayında da saptanan benzer sonuçlar toprağın ısınmasını geciktirmiştir.

Çizelge 3.3. Reyhanlı/Hatay Lokalitesi, araştırma yılı ile uzun yıllara ait ortalama iklim verileri

Aylar	Uz. Yıl Ort Sıcaklı	2016 Min Sıcaklık	2016 Max Sıcaklık	2016 Aylık Ort Sıcaklık	Uz Yıl Topl Yağış	2016 Ort Yağış	Uz Yıl Nispi Nem	2016 Nispi Nem
Ocak	8.8	-7.3	17.9	6.3	76.7	91.2	74.1	76.4
Şubat	11.1	-1.2	26.9	11.9	45.2	53.4	68.0	73.9
Mart	14.6	2.3	29.3	14.1	67.9	55.4	61.5	66.8
Nisan	18.1	4.2	36.6	19.4	42.7	4.8	61.5	53.1
Mayıs	21.9	9.6	35.4	21.5	14.2	27.2	63.1	57.2
Haziran	25.2	13.4	40.8	26.8	1.5	4.8	63.2	51.9
Temmuz	27.7	18.2	39.2	28.9	0.1	0.0	64.0	56.1
Ağustos	28.8	20.4	41.1	29.3	0.1	0.0	63.2	58.3
Eylül	26.4	10.0	36.8	25.4	9.9	86.6	61.0	58.3
Ekim	21.4	8.6	34.7	21.1	29.5	6.7	59.2	57.3
Kasım	14.2	-4.6	26.0	11.7	30.5	69.3	60.0	63.7
Aralık	10.0	-	-	6.3	33.6	177.4	72.5	-

Kaynak: MGM Hatay İl Müdürlüğü, 2017.

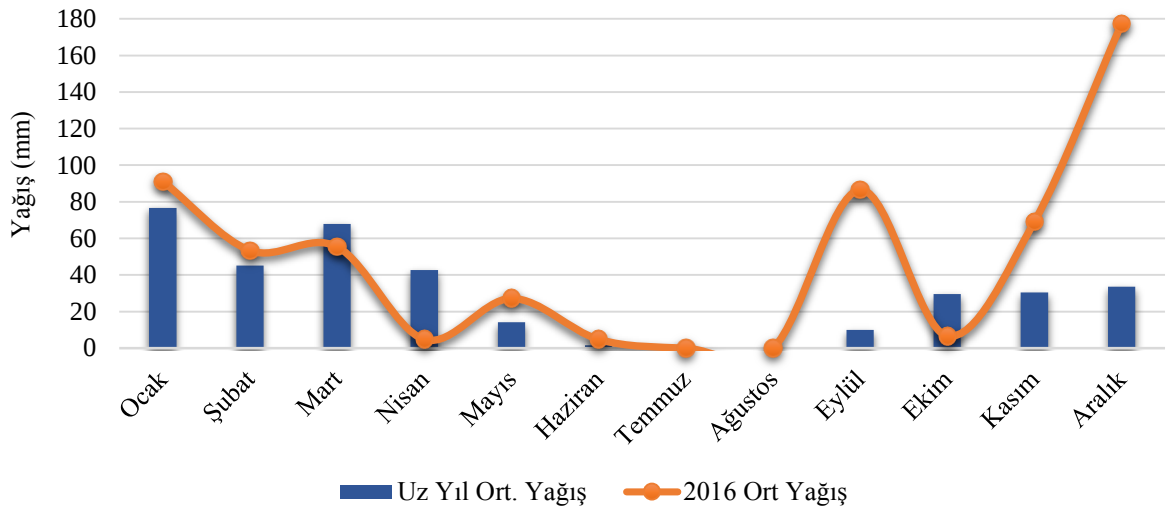


Şekil 3.1. Reyhanlı/Hatay Lokalitesi uzun yıllar ile deneme yılına ait sıcaklık (°C) değişimi

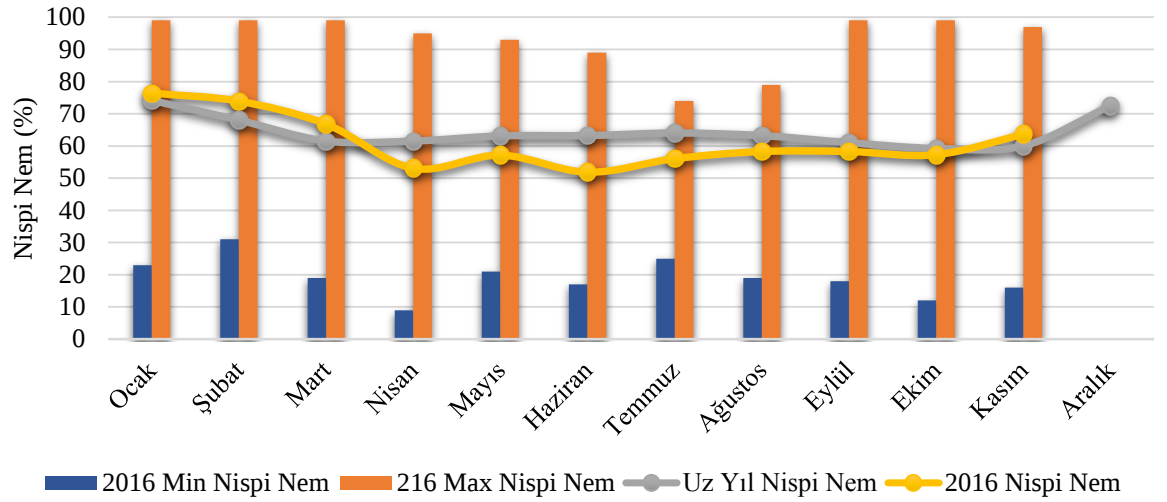
Sıfırın altında gözlenen bu sıcaklıklarda, bir C4 bitkisi olan dallı darı genotipleri herhangi bir olumsuzluk yaşamamışlardır. Ancak 2016 yılında bitkilerin uyanma

tarihinde önemli bir sapma gözlenmemiş ve şubat sonu mart başında, genotiplere göre farklılaşmakla birlikte kış dormansisinden çıkışlar başlamıştır. Yem amaçlı dallı darı biyokütle hasatlarının yapıldığı nisan ayı uzun yıllar ortalamasından daha sıcak geçmiştir. Bu durum hasatların yapıldığı tarihte bazı (enerji tipi) bitkilerde lignifikasyonun artmasına neden olmuştur.

Araştırmanın yürütüldüğü 2016 yılı ocak ve şubat ayları uzun yıllar ortalamasına göre daha yağışlı geçmiştir (Şekil 3.2). Kış dormansisinden çıkacak olan bitkiler açısından bu durum önemli iken, uyanmaların başladığı mart ayında yağışlar azalmış ve nisan ayında uzun yıllar ortalaması 42.7 mm olan yağış 4.8 mm'ye kadar düşmüştür. Bu açıdan hasatların yapıldığı dönemin kurak olduğunu söylemek mümkündür. Ancak gerek bu dönem öncesi kaydedilen yağışlar ve gerekse de bitkilerin 3. yılında ve güçlü derin bir kök sistemine sahip olmaları, bu süreci olumsuz atlatmalarına engel olmuştur.



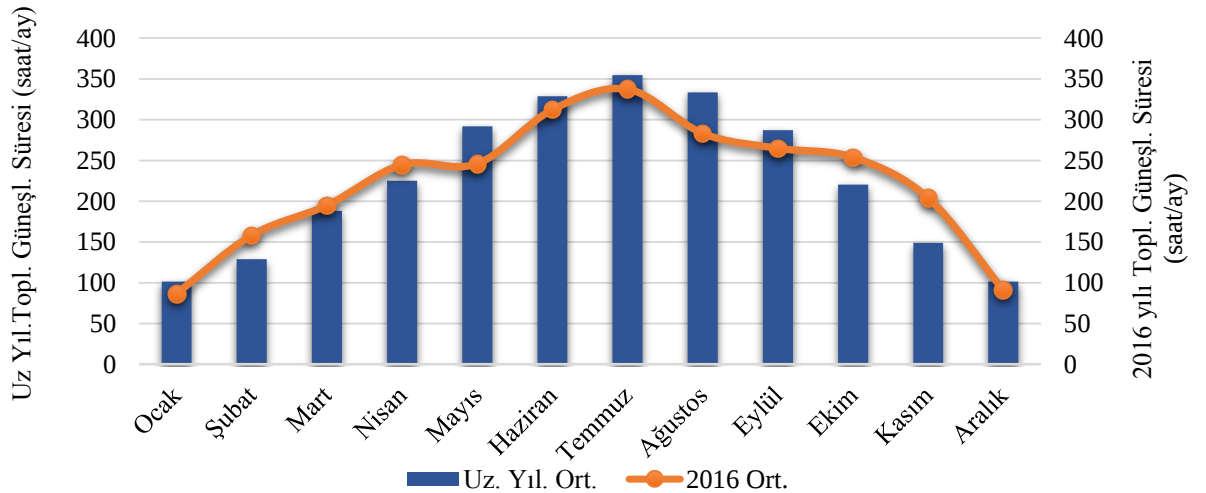
Şekil 3.2. Reyhanlı/Hatay Lokalitesi uzun yıllar ile deneme yılına ait yağış (mm) değişimi



Şekil 3.3. Reyhanlı/Hatay Lokalitesi uzun yıllar ile deneme yılına ait nispi nem (%) değişimi

Hava nispi nemi transpirasyonla su kaybı açısından oldukça önemli bir meteorolojik veridir. Bu parametre açısından deneme yılında uzun yıllar ortalamasından önemli bir sapma gözlenmemiştir (Şekil 3.3). Araştırma dönemini kapsayan 2016 yılı ocak-nisan ayları arası dönemde nispi nem, nisan ayına kadar ortalamaların üzerinde ancak bu ayda ani bir düşüşle uzun yıllar değerlerinin altında kaydedilmiştir.

Fotosentez açısından önemli parametrelerden olan güneşlenme gün sürelerinin, deneme yılı dikkate alındığında uzun yıllar ortalamasından fazla sapma göstermediği, ancak bitkilerin uyandığı erken ilkbahar ve kardeşlenme başlangıcı dönemlerinde, daha yüksek güneşlenme sürelerinin olduğu görülmektedir (Şekil 3.4). Ancak ışıklenme süresinin yanı sıra ışık kalite ve yoğunluğunun da değerlendirilmesi önemlidir.



Şekil 3.4. Reyhanlı/Hatay Lokalitesi uzun yıllar ile deneme yılı aylık toplam güneşlenme süresi

3.2. YÖNTEM

113O009 no'lu TÜBİTAK projesi kapsamında USDA/ARS'den temin edilen, her bir dallı darı genotipi için 200 adet tohum, öncelikle petri kutularında ve kontrollü iklim odası koşullarında, 2 N KOH ve ardından %0.1'lik KNO₃ priming uygulaması ile çimlendirilmiş ve sonrasında elde edilen fideler sera koşullarında viyollere dikilmişlerdir. Sera ortamında yeterli fide büyüklüğünün elde edilmesi sonrasında, bitkicikler 2013 yılı temmuz ayında tarlaya indirilmiştir. Koleksiyon bahçesi klasik tarla hazırlığı sonrasında her bir genotip için 3 m²'lik (2 x 1.5 m) parsellere bölünmüş ve parsel aralarında 1 m yol bırakılmıştır. Parseller 5'er sıradan oluşmuş ve her bir sıra üzerine, 20 cm damlama aralıklı sulama hortumları döşenmiştir. Fide dikiminden itibaren geliş (*Sorghum halepense* L.) başta olmak üzere yabancı ot mücadelesi elle mekanik olarak uygulanmıştır. Sulama ihtiyaç duyulduğu sürece, damla sulama sisteminden uygulanmıştır. İlk yıl yabancı ot gelişimini temin etmemek adına gübre uygulaması yapılmamış, ikinci yıldan itibaren 10 kg/da N-yıl hesabı ile yaz başlangıcı ve sonbahar gübrelemesi olmak üzere yılda 2 kez amonyum sülfat gübresi elle banda uygulanmıştır. Gübre uygulamaları sonrası sulama sistemi çalıştırılmış ve diğer bakım işlemleri rutin bir şekilde devam ettirilmiştir. Fizyolojik olgunluk dönemi öncesi sulama istemleri tarla başında toparlanmış ve parsel araları motorlu el frezesi ile sürülmüştür.

Tesis yılından itibaren olduğu gibi 2015 yılı biyoenerji amaçlı, fizyolojik olgunluk dönemi biyokütle hasatları, 2015-Aralık ayında tamamlanmıştır. Fizyolojik olgunlukla birlikte kış dormansisine giren bitkilerin bulunduğu koleksiyon bahçesinde, tarla temizliği hasat sonrasında tamamlanmış ve bitkiler bir sonraki üretim sezonu için dinlenmeye bırakılmıştır.

Akdeniz Ekolojik koşullarında dallı darı türü yıllara göre küçük farklılıklar göstermekle birlikte şubat sonu mart başında uyanmaya başlamaktadır. Örneklemelerin yapıldığı 2016 yılında da dallı darı bitkilerinin şubat ayı sonlarında kış dormansisinden çıkmaya başladıkları gözlenmiştir.

3.2.1. Çekirdek DNA (*nDNA*) ve Flow Sitometri Analizleri

Çekirdek DNA analizi, her dallı darı genotipi için koleksiyon parselinde rastgele 10 bitkiden alınan doku örnekleri üzerinde yapılmıştır. Analizde bitki eksplantı olarak

genç ve sağlıklı bitkilerinden elde edilen taze yaprak dokuları kullanılmıştır. Bu amaçla 2016 yılı kış dormansisinden uyanan genç bitki sürgünlerinden, Nisan ayı başında 30-40 mg örnek makas yardımı ile alınmış ve alt üst kapağı filtre kağıdı kapatılmış olan steril disposbl petri (60 x 15 mm) kutuları içerisine yerleştirilerek etiketlenmiştir. Doku örnekleri alınmadan önce, parsel başında iken petri kutularının içi steril bidestile su ile hafif nemlendirilmiş ve örnek yerleştirmesi sonrasında parafilm ile sarılmıştır. Petri kutuları, içerisinde buz kalıpları bulunan ice box içerisine, buz kalıbı ile temas etmeyecek şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 3.5)



Şekil 3.5. Flow sitometri analizleri için bitki örneklerinin hasadı ve uygun ortamda muhafazası

Flow sitometri analizleri Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bitki Genetiği ve Sitogenetiği Laboratuvarında yapılmıştır. Hasat edilmiş doku örnekleri hasattan 1 gün sonra çekirdek DNA izolasyonu işlemine alınmıştır.

Çalışmada; çekirdek DNA içeriğinin hesaplanması amacıyla, 3.65 pg DNA içeriğine sahip olan adi fiğ (*Vicia sativa* L.) bitkisi standart olarak kullanılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Flow sitometri analizlerinde standart olarak kullanılan Adi fiğ (*Vicia sativa* L.) bitkisinden örnek alımı

3.2.1.1. Çekirdek DNA İzolasyon Protokolü

Nuklear DNA miktarı için çekirdek izolasyonu, Arumuganathan ve Earle (1991) protokolüne göre yapılmıştır.

Solüsyonların Hazırlanması;

Gerekli solüsyonlar aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

<u>Solüsyon A;</u>	<u>Solüsyon B;</u>
-20 ml MgSO ₄ buffer	-5 ml solüsyon (A)
-20 mg Dithiothreitol	-10 µl RNase, DNase free
-500 µl Propidyumİyodid (PI) stok	
-550 µl TritonX 100 stok	

İzolasyon protokolünün aşamaları şu şekilde gerçekleştirilmiştir:

- Soğuk zincirde taşınan doku örnekleri, buz üzerine yerleştirilen petri kutularına aktarılmış ve üzerine 1 ml hücre ekstraksiyon solüsyonu (A) eklenmiştir.
- Keskin bir bisturi yardımıyla solüsyon içerisinde bulunan bitki dokuları çok küçük parçalara ayrılana kadar kıyılmıştır.
- Hücre duvarının kimyasal ve fiziksel olarak çözülmesi sonrasında oluşan protoplast süspansiyonu 40 µ'luk nylon mesh ile süzülerek santrifüj edilmek üzere 1,5 ml'lik ependorf tüpüne aktarılmıştır.

- d) Tüpler mikrosantrifüje yerleştirilerek 14.000 rpm’de 10-15 sn. süre ile santrifüj edilmiş ve tüp içerisindeki süpernatant atılmıştır.
- e) Ependorf tüpünün dibinde oluşan pellet 400 µl B solüsyonu içerisinde çözülmüştür.
- f) Örnekler 37°C de 15 dakika inkübe edilmiştir.

Bu aşamaların dallı darı bitkisinde uygulanarak, çekirdek DNA izolasyonunun sağlanması aşamaları Şekil 3.7’de sunulmuştur.

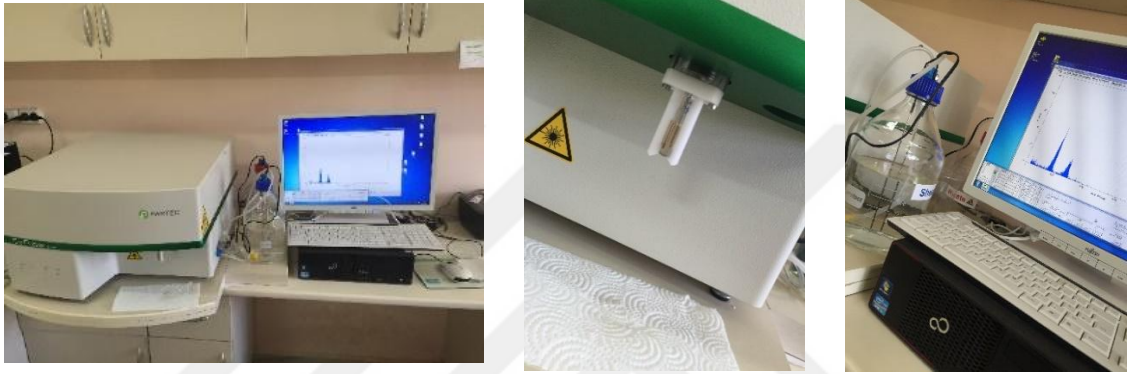


Şekil 3.7. Dallı darı bitkisinden çekirdek DNA izolasyon işleminin aşamaları

3.2.1.2. Flow sitometri Analizi ve Çekirdek DNA Miktarının Hesaplanması

Örnekler flow sitometri cihazına yüklenmiştir. Bu amaçla Partek CyFlow Space (Sysmex, Germany) cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.8).

Boyanmış çekirdek DNA'nın floresan derecesi, flow sitometri cihazından elde edilen histogramlar değerlendirilerek belirlenmiştir. İlgili türe ait histogramın sağ üst köşesinde flow cihazının paket programı tarafından oluşturulan tabloda bulunan mean değerleri (ilgili piklerin ortalama değerleri) aşağıdaki formülde yerine konularak her örneğin çekirdek DNA miktarı pikogram cinsinden hesaplanmıştır.



3.8. Flow Sitometri analizinin yapıldığı cihaz, örneğin yerleştirilmesi ve oluşan pik değerler

$$\text{Çekirdek DNA Miktarı (pg)} = \frac{\text{DNA Miktarı bilinmeyen} \times \text{Örneğe ait florasan yoğunluğu}}{\text{Standart'a ait florasan yoğunluğu}} \times \frac{\text{(G1 pik değeri)}}{\text{(G2 pik değeri)}} \times \text{Standardın DNA içeriği}$$

3.2.2. Sitolojik incelemeler

Her bir genotipe ait bitkilerden sökülen köklü klonlar, toprağından yıkandıktan sonra makas ile belli oranda tıraşlanarak, içleri su + 0.5 mg l⁻¹ IBA çözeltisi bulunan in vitro tüplere alınmış, genotip numaraları kaydedilerek tüp standına yerleştirilmiştir. Alınan tüm örnekler dikim öncesinde +4 °C'de bir gece inkübe edilerek stres koşulları oluşturulmuştur. Klonlar bu inkübasyon süresi sonrasında, içleri toprak+kum+torf (1:1:1) karışımı ile hazırlanmış harç ile doldurulan, 7x7x7 cm boyutlarındaki sitoloji saksılarına dikilerek, sera ortamına alınmışlardır. Saksılardaki fidelere gerekli bakım

işlemleri rutin olarak yapılarak, sitolojik incelemeye uygun kök oluşturmaları temin edilmiştir.

Dallı darı koleksiyonunu oluşturan genotipler, flow sitometrik analizler sonrasında, çekirdek DNA içeriklerine göre oluşan ploidy gruplarına göre sınıflandırılmıştır. Her bir ploidy grubunu temsilen 10 bireyde, kök uçlarından kromozom sayımları Hatipoğlu (1991)'nın belirttiği yöntemle göre hazırlanan preparatlarda yapılmıştır.

3.2.2.1. Kök ucu örneklerinin alınması

Sabah erken saatlerde, dallı darı klonlarının bulundukları saksılar ters çevrilmek suretiyle, kök bölgesinde yapılan gözlemlerde, aktif büyüme gösteren sitolojik incelemeye uygun hale geldiği belirlenen, canlı beyaz renkli ve iyi gelişmiş kök uçları, makas yardımı ile 1 cm boyunda kesilmiş ve petri kutusu içerisinde çeşme suyuna daldırılıp toprağından temizlenmiştir.

3.2.2.2. İlk işlem

Kromozomların, metafaz safhasında ekvatorial düzlemde toplanmasını engelleyerek hücre içinde dağılmasını ve iğ iplikçiklerinin yapısını bozarak iğ oluşumunu engellemek (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995) amacıyla yıkanmış kök uçları doymuş alfa-monobromonaftalin çözeltisi ile muamele edilmiştir. Bu amaçla 100 ml musluk suyuna 3-4 damla alfa-monobromonaftalin damlatılmış ve sitoloji tüplerine 5 ml kadar doldurulmuştur. Tüplerin üzerine örnek tanımlayıcı numaraları yazılmış ve kök uçları bu ortama alınarak oda koşullarında ve karanlık bir dolap içerisinde 4 saat bekletilmiştir.

3.2.2.3. Materyalin tespiti

Hücrelerin canlı yapılarında dejenerasyon oluşturmadan hızlı bir şekilde ölümleri gerçekleştirmek amacıyla ilk işlem süresi sonrasında alfa-monobromonaftalin çözeltisi süzölmüş ve kök uçları 2 çeşme ve 2 de saf su ile yıkanmıştır. Tüplere kökleri kaplayacak miktarda glasiyal asetik asit konulmuş ve oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiştir.

3.2.2.4. Materyalin muhafazası

Kökleri uzun süre muhafaza etmek amacıyla, tespit süresi sonrasında glasiyal asetik asit süzölmüş ve kök uçları saf su ile yıkanmıştır. Tüp içerisindeki köklerden

hemen kullanılmayacak olanlar % 70' lik etil alkol içerisinde +4°C'de buzdolabında depolanmıştır.

3.2.2.5. Hidroliz

Dokuları hücrelerine parçalayıp, hücre yığını haline getirerek daha iyi gözlenmesini ve sitoplazmanın renksiz hale gelerek yalnızca çekirdekteki kromatinin boyanması sağlamak amacıyla kök uçları glacial asetik asit veya stokta ise % 70' lik alkolden temizlenmiş ve tüplere kökleri kaplayacak miktarda 1 N HCL konulmuştur. Sitoloji tüpleri 60 °C sıcaklığa ayarlanmış sıcak su banyosunda, 13-15 dakika süre ile hidroliz edilmiştir.

3.2.2.6. Boyama

Araştırmada kullanılan Feulgen boyası Hatipoğlu (1991)'na göre hazırlanmıştır. Hidroliz edilen kök uçları, 1 N HCL' den çıkarılarak saf su ile yıkandıktan sonra, üzeri kaplanacak miktarda Feulgen çözeltisi konulmuş ve tüpler 2.5 saat süre ile oda sıcaklığı ve karanlık koşullarda inkübe edilmiştir. Feulgen'den çıkartılan kök uçları 10-15 dakika çeşme suyunda bekletilmiştir.

3.2.2.7. Preperatların hazırlanması

Boyanmış olan kök uçlarından biri, pens ile lam üzerine konulmuş, bir jilet/bistüri ile kökün 1-2 mm'lik koyu mor renk olan uç kısımları kesilmiş ve hücrelerin preparatta düzgün dağılmasını sağlamak amacıyla mümkün olduğunca küçük parçalara bölünmüştür. Parçalanan kısımların kurumasını önlemek ve preparatları daha görünür bir duruma getirmek için, lam üzerindeki kök parçacıklarına bir damla %1'lik asetokarmin çözeltisi damlatılmıştır. Kök parçacıkları üzerine gelecek şekilde bir lamel kapatılarak el ile sabitlenip kurşun kalemin arkası ile ezilmiştir. Kromozomların düzlemsel bir zeminde dağılmalarını sağlamak amacıyla preparat, çok düzgün bir masanın üzerinde iki kuru kurutma kağıdı arasına konulmuş ve baş parmak ile üzerine bastırılmıştır.

3.2.2.8. Kromozom sayımları ve görüntülenmesi

Hazırlanan preperatlardan kromozom sayımları Nikon Eclipse 200 model mikroskopta yapılmıştır. Bu amaçla metafaz safhasında, iyi dağılım gösteren, fazla büzülmemiş, morfolojileri iyi görülebilen ve bir düzlem üzerinde bulunan somatik hücreler belirlenmiştir. Bu hücrelerin görüntüleri mikroskoba monteli Topcam fotoğraf

makinası düzeneği ile doğrudan bilgisayara aktarılmış ve ToupView 3.7 sitoloji programında işlenerek kaydedilmiştir. Fotoğraflanan preperat görüntülerinde kromozom sayımları yapılarak flow sitometride oluşan grupların, dolayısıyla bireylerin çekirdek DNA ploidy seviyesi ilişkilendirilmiştir.

Mikroskopta incelenen ve hücrelerde amaca uygun kromozomların saptandığı preparatlar devamlı hale getirilmiştir.

3.2.2.9. Devamlı preparatların yapılması

Devamlı preparatları yapmak için, alkol buharı değiş tokuşu yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle lam ile lamel birbirinden ayrılmadan, bunların arasında alkol buharı - kanada balzamu değiş tokuşu sağlanmıştır. Lamın uygun bir kenarına preparatla ilgili gerekli bilgiler yazılı etiket yapıştırıldıktan sonra, preparat, bir cam şale içine konulmuştur. Kabın ve kapağının iç tarafı kurutma kağıdı ile kaplanmıştır. Cam kaba, 4-5 mm yüksekliğe kadar alkol konularak, kabın içindeki kurutma kağıdı alkol ile nemlendirilmiştir. Cam şalenin etrafı parafilm ile sarılarak buzdolabında +4 °C'de bir gece bekletilmiştir. Süre sonunda preparatlar şaleden çıkarılmış, lam ve lamel bir jilet yardımıyla ayrılarak arasına iki damla kanada balsamı damlatılmıştır. Tekrar aynı şekilde kapatılan lamel üzerine hafifçe bastırılarak hava kabarcıkları alınmıştır. Preperatlar içindeki kurutma kağıdı alkol ile nemlendirilmiş petri kaplarına yerleştirilerek, düz bir zeminde, oda sıcaklığında bir hafta süre ile kurutulmuştur.

3.2.3. Dalı darı erken fenolojik dönem yem kalite analizleri

Yem amaçlı kalite analizleri 2016 yılı kış dormansisinden çıkan dalı darı bitkilerinde yapılmıştır. Bitki örnekleri her bir genotip için otlatma olgunluğu yüksekliği (genotiplere bağlı olarak 30-60 cm), daha kesin bir ifade ile çiçeklenme öncesi dönemde, kök tacı üzerinden, 5 cm anız yüksekliği kalacak şekilde biçilerek alınmıştır. Örneklemelerin tamamı 21.04.2016 günü sabah saatlerinde ve her bir genotip parselinde, parseli temsil eden 30 x 30 cm'lik quadrat içinden 3 tekrarlamalı olarak yapılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Erken fenolojik dönem yem kalitesini belirlemek amacı ile dallı darı biyokütlesi hasadı (30 x 30 cm)

Hasat öncesi bitkilerde ve sonrası hasat edilmiş biyokütle örneklerinde şu özellikler incelenmiştir.

3.2.3.1. Kardeş sayısı (adet/bitki)

Her parselde belirlenen 10 bitkide sap sayısı saptanarak bitki başına ortalama kardeş sayısı olarak ifade edilmiştir.

3.2.3.2. Yaş ot verimi (kg da⁻¹)

30 x 30 cm'lik quadrat içinden hasat edilen yeşil ot hassas terazide tartılmış ve birim alana oranlanarak, dekara verim olarak ifade edilmiştir.

3.2.3.3. Kuru ot verimi (kg da⁻¹)

Hasat örnekleri, 70 °C'ye ayarlanmış olan etüvde 24 saat kurutulmuş ve süre sonunda hassas terazide tartılarak elde edilen sonuç yaş ot miktarına oranlanmıştır. Saptanan oran yaş ot verimi ile çarpılarak birim alana kuru ot verimi olarak ifade edilmiştir.

Kuru ağırlıkları belirlenmiş olan örnekler, partikül büyüklüğü ≤ 2 mm olacak şekilde öğütülmüştür.

3.2.3.4. Protein oranı (%)

Öğütülmüş bitki örneklerinde Azot (N) tayini Kjeldahl destilasyon yöntemiyle yapılmıştır. Bu maksatla proje kapsamında satın alımı yapılan infrared yakma ünitesi ve distilasyon sistemleri kullanılmıştır. Saptanan % N miktarının 6.25 katsayısı ile çarpılması sonucu her bir örneğe ait protein oranları belirlenmiştir.

3.2.3.5. Lignoselülozik yapı tayini

Yem örneklerinin lignoselülozik yapısını belirlemek amacıyla ADF, NDF, ADL analizleri yapılmıştır. Öğütülen her numuneden alınan örnekler, MKÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Analiz Laboratuvarında, 70 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir.

Homojenize edilmiş dallı darı örneklerinin filtre torba yöntemine göre NDF, ADF ve ADL analizi, A220 Fiber Analyzer (ANKOM Technology, Fairport, NY) cihazı kullanılarak Van Soest ve ark. (1991)’ a göre, Ankom filter bag tekniği ile sodyum sülfat kullanılmadan α -amilaz ilave edilerek yapılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Ankom filter bag tekniği ile dallı darı biyokütlesi lignoselülozik yapısının tayini

NDF (%) Analizi

Darası alınmış filtre torbaları (F57 Keseleri) içerisine 0.5 g örnek tartılmıştır. Torbaların ağızları ısıtıcı ile preslenerek kapatılmıştır. Plastik bir taşıyıcıya yerleştirilen torbalar, Ankom Fiber Analizörünün haznesine yerleştirilip 2 l NDF çözeltisi (NDF çözeltisi içeriği; Ankom NDF Dry powder–Ankom FND20C, Triethylene Glycol) ve 4 ml α -amilaz (#FAA sıcaklık stabil Alfa Amilaz, Aktivite: 17.400 Liqueon Unist, Etkin sıcaklık aralığı: 100 °C ve üzeri, pH: 5.5–7.0) ilave edilerek 100 °C’de 75 dakika kaynatılmıştır. Bu aşamada α -amilaz, glikozidik bağları hidrolize etmek amacıyla kullanılmıştır. Kaynama sonunda cihaz haznesindeki çözelti boşaltılmış ve filtre keseler 3 defa sıcak su ile yıkanmıştır (ilk iki yıkamada yıkama suyuna 4 ml alfa amilaz uygulaması yapılmıştır). Örnekler yağın uzaklaştırılması için 3-5 dakika asetonla yıkanmıştır. Asetonla yıkama işlemi 2-3 kez tekrarlandıktan sonra torbalar önce ortam

sıcaklığında 1 saat, daha sonrada 105 °C’de 1 gece kurutulup tartılmış ve % NDF_{ft} içerikleri aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır.

$NDF\ dm\ \% = \frac{W3 - (W1 \times C)}{(W2 \times DM)} \times 100$	<i>W1: Filtre torba boş ağılık</i> <i>W2: Örnek ağırlığı</i> <i>W3: Ekstraksiyon sonrası torba+örnek ağırlığı</i> <i>DM: Kuru madde (%)</i> <i>C: Boş torba (düzeltme faktörü)</i>
--	--

ADF (%) Analizi

NDF analizinde anlatıldığı şekilde tartılan ve taşıyıcılara yerleştirilen torbalar üzerine, 2 l ADF çözeltisi (*Ankom Acid Detergent Dry powder “CTAB” – Ankom FAD200 1N H₂SO₄*) ilave edilerek 100 °C’de 60 dakika kaynatılmıştır. Kaynatma sonunda filtre keseler 5’er dakika süre ile 3 kez saf su ile yıkanarak çözeltilerden arındırılmıştır. Yıkanmış torbalar asetonla 2-3 kez muamele edilerek 105 °C’de kurutulmuş ve tartımları yapılmıştır. Dallı darı biyokütlelerinin % ADF içerikleri aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır.

$ADF\ dm\ \% = \frac{W3 - (W1 \times C)}{(W2 \times DM)} \times 100$	<i>W1: Filtre torba boş ağılık</i> <i>W2: Örnek ağırlığı</i> <i>W3: Ekstraksiyon sonrası torba+örnek ağırlığı</i> <i>DM: Kuru madde (%)</i> <i>C: Boş torba (düzeltme faktörü)</i>
--	--

ADL (%) Analizi

% ADF içerikleri belirlenen F57 filtre keseleri, içerisinde %72’lik sülfürik asit (H₂SO₄) çözeltisi bulunan cam beher kaplarda tamamen çözeltiliye batacak şekilde daldırılmıştır. Filtre torbalar 30 dakika, düşük devirde shaker üzerinde çalkalanmış ve sonrasında 3 saat asitte bekletilmiştir. Bu süre sonunda F57 keseleri bol çeşme suyu ile pH nötr oluncaya kadar yıkanmıştır. pH nötr örnekler 3 dk. aseton ile muamele edildikten sonra 105 °C’de kurutulup tartılmış ve % ADL_{ft} içerikleri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$ADL\ dm\ \% = \frac{W3 - (W1 \times C)}{(W2 \times DM)} \times 100$	<i>W1: Filtre torba boş ağırlık</i> <i>W2: Örnek ağırlığı</i> <i>W3: Ekstraksiyon sonrası torba+örnek ağırlığı</i> <i>DM: Kuru madde (%)</i> <i>C: Boş torba (düzeltme faktörü)</i>
--	---

3.2.4. İncelenen diğer özellikler

3.2.4.1. Çekirdek DNA miktarının yem kalitesine etkisi

Ploidy seviyelerine göre kümelenen genotiplerin, erken fenolojik dönem yem kalite parametreleri ile belirlenen çekirdek DNA içerikleri arasındaki ilişki üzerinden, çekirdek DNA miktarının kalite üzerine etkisi ortaya konulmuştur.

3.2.4.2. Çekirdek DNA miktarının biyoenerji verimliliğine etkisi

Her bir genotipe ait kalorifik değerler ile selüloz hemiselüloz değerleri üzerinden hesaplanan teorik biyoetanol üretim kapasiteleri, 113O009 no'lu proje kapsamında ortaya konulmuş durumdadır. Bu değerlerin genotipler için saptanacak çekirdek DNA içeriklerine göre oluşturulan gruplarla ilişkilendirilmesi ile ploidy seviyelerinin dallı darı genotiplerinin enerji verimliliği üzerindeki etkisi ortaya konulmuştur.

3.2.4.3. Dallı darı yem kalitesi üzerinde ekotipik etki

Ekotipik farklılıklarına göre kümelenen dallı darı genotiplerinin, erken fenolojik dönem yem kalite parametreleri arasındaki farklılıklar üzerinden, ekotipin kalite üzerine etkisi ortaya konulmuştur.

3.2.4.4. Dallı darı enerji verimliliği üzerinde ekotipik etki

Ekotipik farklılıklarına göre kümelenen dallı darı genotiplerinin, 113O009 no'lu proje kapsamında ortaya konulan biyoenerji verimlilik farklılıkları üzerinden, ekotipin biyoenerji verimine etkisi ortaya konulmuştur.

3.2.5. Verilerin değerlendirilmesi

Dallı darı genotipleri çekirdek DNA içeriklerine ait ortalama ve standart hata istatistikleri SPSS V16 programı kullanılarak elde edilmiştir. Saptanan çekirdek DNA ortalamaları kullanılarak, çekirdek DNA içeriklerine göre genotiplerin yakınlıkları için hiyerarşik kümeleme dendogramları, Ward metoduna göre JMP 13 istatistik programı kullanılarak oluşturulmuştur. Kümeleri oluşturan genotipler XLSTAT programında gruplandırılmıştır. Yem kalitesi açısından seleksiyon için verim ve kalite parametre

ortalamlarına temel bileşenler analizi (PCA) uygulanmıştır. Analiz öncesi verilere varimax rotasyonu uygulanmış ve biplot grafiği oluşturulmuştur. Çekirdek DNA içeriğinin erken fenolojik dönem yem kalitesi ve biyoenerji verimliliği ile dallı darı ekotiplerinin erken fenolojik dönem yem kalitesi ve biyoenerji verimliliğine olan etkilerinin belirlenmesi, tesadüf parselleri deneme deseninde tek faktörlü deneme modeli (one way anova) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çekirdek DNA içeriği ve dallı darı ekotipleri ayrı ayrı birer faktör olarak değerlendirilmiş ve analizler SPSS V16 programı kullanılarak yapılmıştır. İncelenen özellikler arası ilişkiler pearson korelasyon modeli ile XLSTAT programında belirlenmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

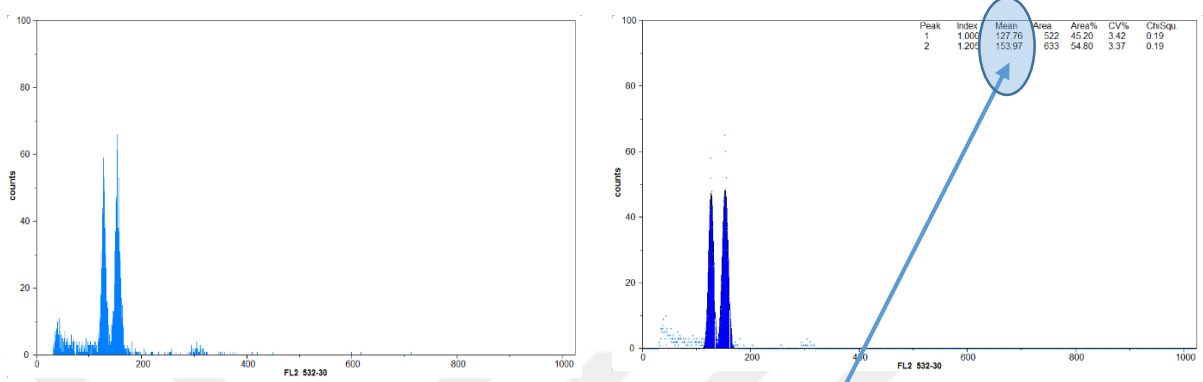
TÜBİTAK 113O009 no'lu proje kapsamında USDA/ARS dallı darı koleksiyonundan temin edilen 174 genotipin bir kısmının, halen tarımı yapılmakta olan ticari ve diğer bazı tescilli çeşitler olduğu, büyük çoğunluğunun ise farklı habitatlardan toplanmış doğal popülasyonları kapsadığı bununla birlikte ova (lowland) ve yayla (upland) ekotiplerinden oluştuğu belirlenmiştir (Grabowski, 2014; Usda/Ars-Grin, 2016).

4.1. Flow Sitometri Analizleri ve Sitolojik Bulgular

Çekirdek DNA içeriği (pg); flow sitometri programı CellQuest Pro'dan elde edilen histogramların değerlendirilmesi ve saptanan floresan değerlerinin, çekirdek

DNA içeriğinin belirlenmesine ait formülde yerine konulması ile sayısallaştırılan değerler olarak ifade edilmiştir.

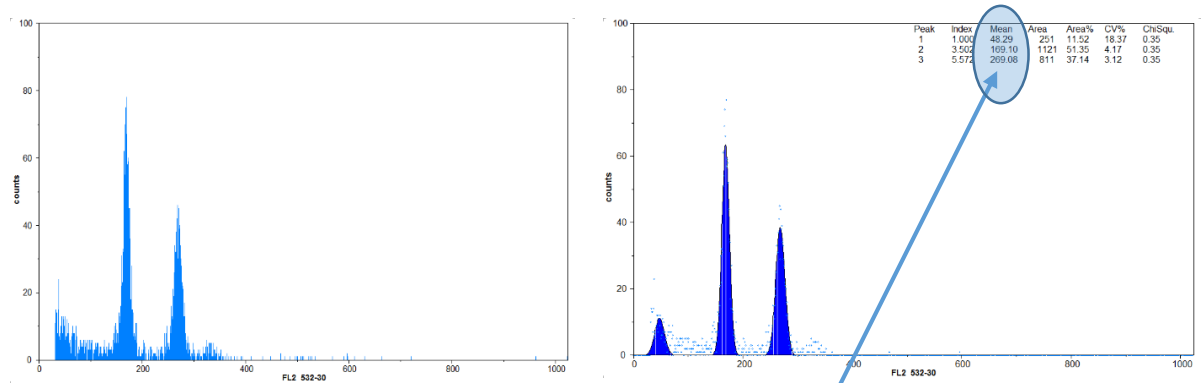
Farklı genotipler için programdan elde edilen histogramlar tetraploid genotipler için şekil 4.1 ve oktoploid genotipler için şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Tetraploid dallı darı (9086103 genotipi) ve fiğ bitkilerine ait G1 piklerinin birbirlerine göre nispi pozisyonları (sağ pik fiğ bitkisine aittir)

$$\text{Çekirdek DNA Miktarı (pg)} = \frac{127.76}{153.97} \times 3.65$$

$$\text{Çekirdek DNA Miktarı (pg)} = 3.03 \text{ pg}$$



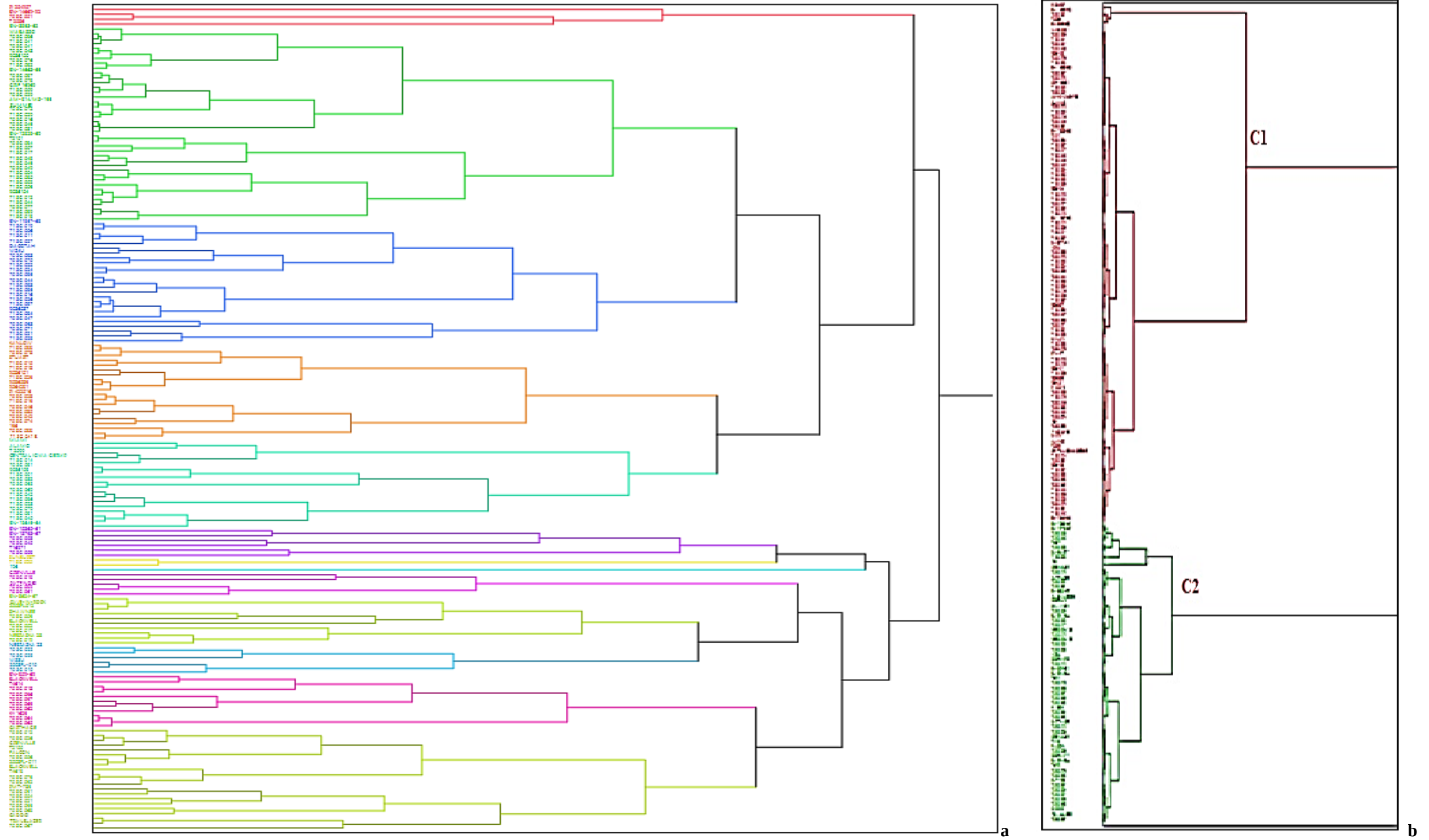
Şekil 4.2. Oktoploid dallı darı (Falcon genotipi) ve fiğ bitkilerine ait G1 piklerinin birbirlerine göre nispi pozisyonları (sol pik fiğ bitkisine aittir)

$$\text{Çekirdek DNA Miktarı (pg)} = \frac{269.08}{169.10} \times 3.65$$

Çekirdek DNA Miktarı (pg) = 5.80 pg

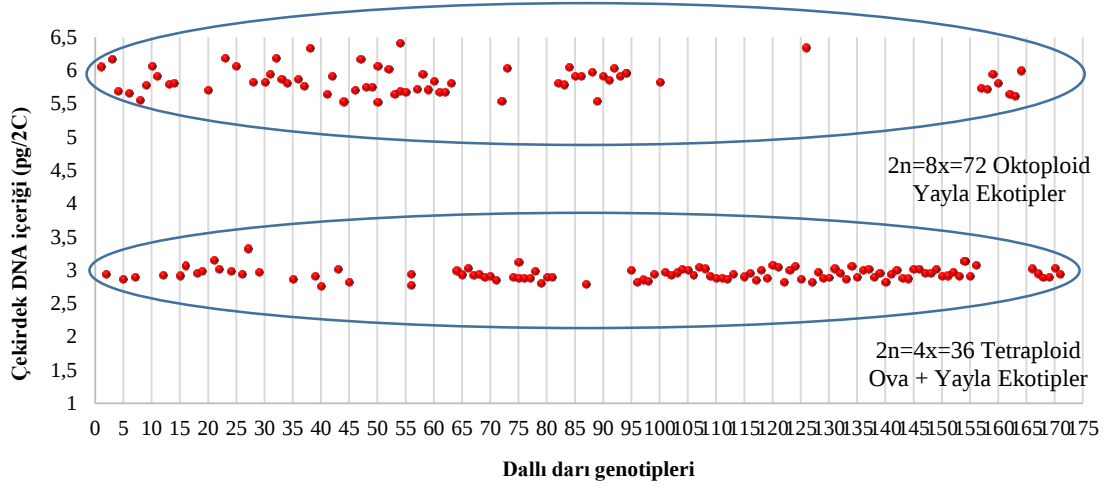
Genotiplerin ploidy düzeyleri standart olarak kullanılan fiğ ile yapılan kıyaslama ile ortaya konulmuştur. Genotiplerin çekirdek DNA içeriklerine göre yakınlık ilişkileri, JMP 13 programında oluşturulan dendogram ile ortaya konulmuştur (Şekil 4.3). Şekil 4.3’de sunulan dendogram incelendiğinde, çekirdek DNA içeriklerine göre incelenen dallı darı koleksiyonunu oluşturan genotiplerin farklı kümelerde toparlandıkları görülse de (a), aslında bu özellik açısından 2 temel küme oluştuğı görölmektedir (b).





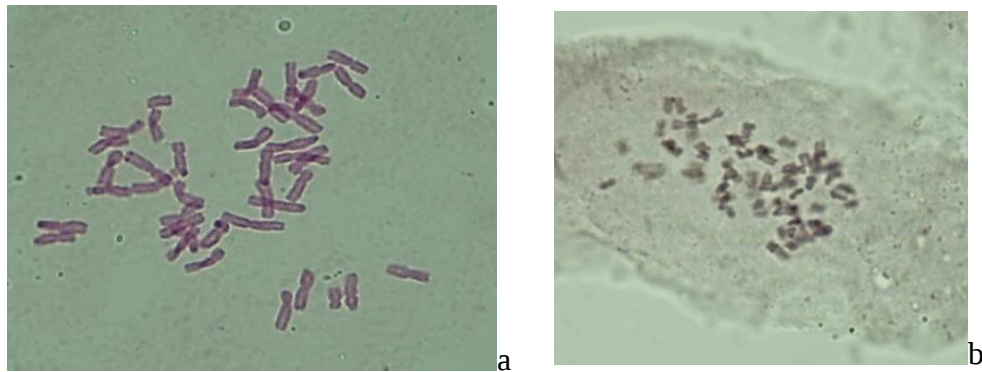
Şekil 4.3. Çekirdek DNA içeriklerine göre dallı darı koleksiyonunu oluşturan tüm genotiplerin dağılım dendogramı

Standarda göre hesaplanan çekirdek DNA içerikleri bir dağılım grafiğine aktarıldığında, birinci grupta; 2.5-3.5 pg/2C DNA içeriğine sahip yayla ve/veya ova tiplerden oluşan tetraploid ($2n=4x=36$) yapıları genotipler kümelenirken, ikinci grupta çekirdek DNA içerikleri 5.5-6.5 pg/2C aralığında değişen ve sadece yayla ekotiplerin oluşturduğu oktoploid ($2n=8x=72$) formdaki genotiplerin kümelendikleri görülmüştür (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Araştırma materyali dallı darı genotiplerinin ploidy düzeylerine bağlı dağılımı

Nitekim bu kümeleme sonrası seçilen bireylerde yapılan kromozom sayımları bu bulgularımızı doğrulamıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. İncelenen dallı darı genotiplerinde kromozomal sayımlar a) BN-14668-65 genotipi $2n=4x=36$ -tetraploid b) Blackwell genotipi $2n=8x=72$ oktoploid

Narasimhamoorthy ve ark. (2008) BN-14668-65 genotipi için çekirdek DNA içeriğini 2.97 pg belirleyerek kromozom sayısının $2n=4x=36$ olduğunu, Blackwell

çeşidinin ise 4.87 pg ortalama ile oktoploid bir birey olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamızda BN-14668-65 genotipi için saptadığımız 2.92 pg çekirdek DNA içeriği literatür bildirişi ile oldukça yakın iken, Blackwell çeşidi için saptadığımız 5.93 pg DNA içeriği oldukça farklı bulunmuştur.

Çekirdek DNA içeriklerine göre oluşan kümelerden, 113O009 no'lu proje kapsamında yapılan gözlemler ile yem amaçlı kullanılabileceği belirlenen 40 tetraploid ve 40 oktoploid birey seçilmiştir. Dallı darı genotiplerine ait ortalama çekirdek DNA içeriklerine uygulanan varyans analiz sonucu çizelge 4.1'de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları çekirdek DNA içeriklerine göre incelenen genotipler arasında önemli farklılıklar bulunduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.1. Dallı darı genotipleri çekirdek DNA içeriklerine ait varyans analiz tablosu

VK	SD	KO	F
Tekerrür	1	00.05	0.3068
Dallı darı Genotipi	79	4.348	258.300**
Hata	79	0.017	
Genel	159		
DK	%2.95		

** $p \leq 1\%$ seviyesinde istatistiksel açıdan önemli

Nitekim seçilen bireylerin çekirdek DNA içeriklerine bağlı, birbirleri ile yakınlık dağılımları bir dendogramda gösterildiğinde (Şekil 4.6) incelenen toplam 80 genotipin çekirdek DNA içerikleri açısından farklı kümeler oluşturduğu belirgin bir şekilde görülmektedir. Ancak bu dağılımın temelde $2n=4x$ (C1) ve $2n=8x$ (C2) olmak üzere 2 ana küme altında gerçekleştiği belirlenmiştir.

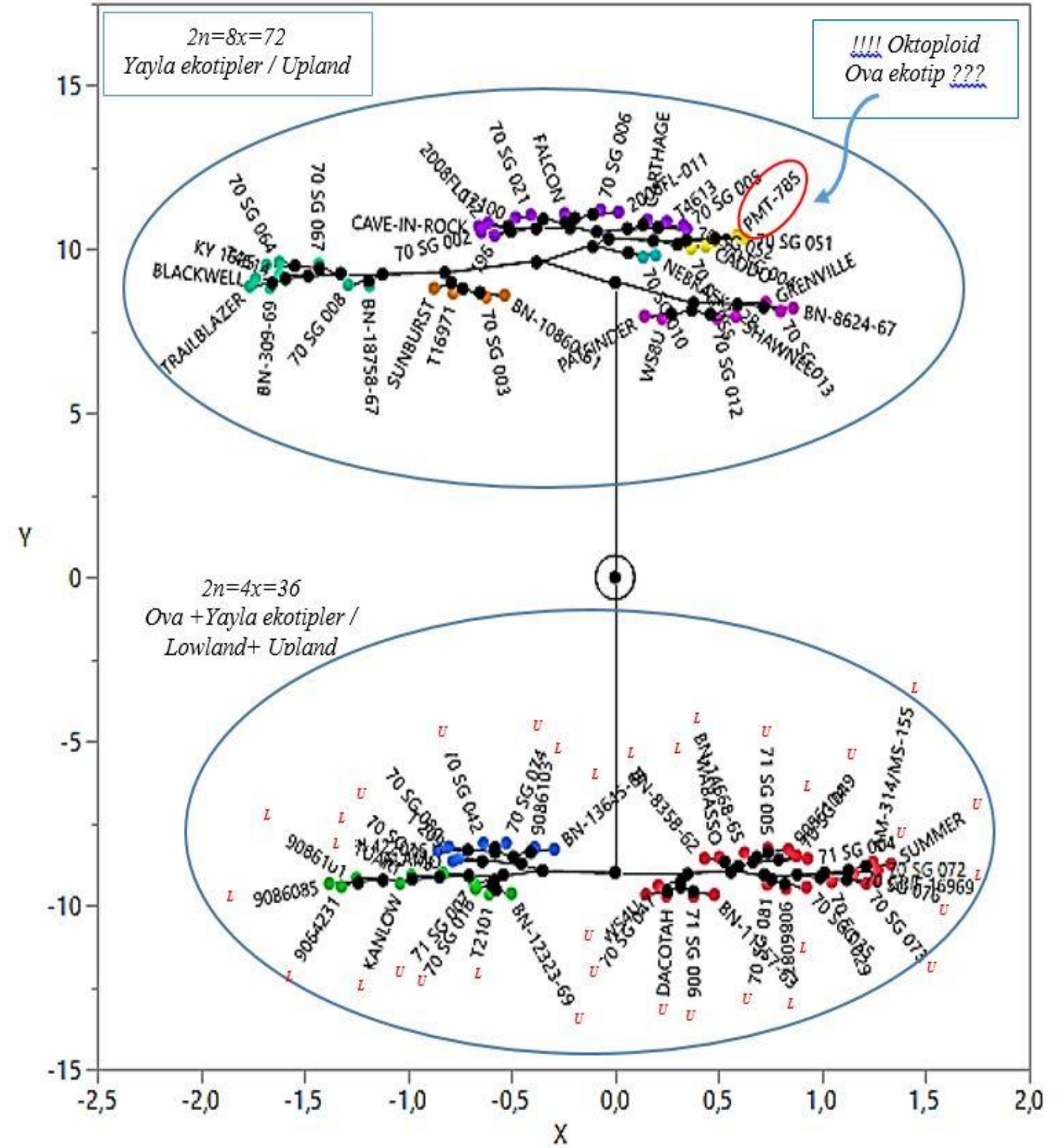
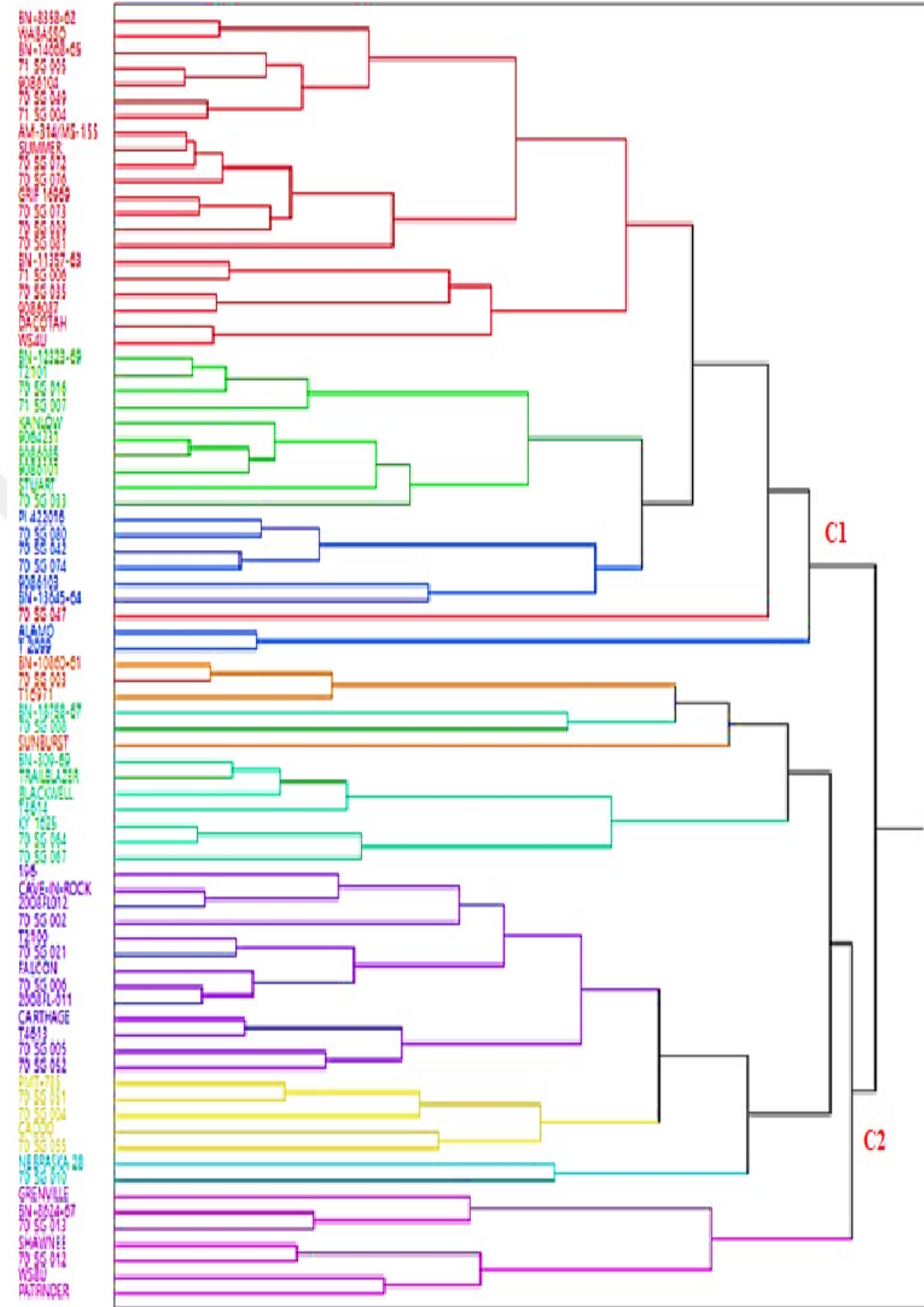
Araştırma konusu genotiplere ait çekirdek DNA içeriklerine uygulanan TUKEY testi sonucu oluşan gruplar ile bu ortalamalara ait bazı istatistiki veriler çizelge 4.2'de görülmektedir.

Tetraploid genotiplerin çekirdek DNA içerikleri 2.801-3.079 pg/2C aralığında değişim göstermiş ve ortalama 2.93 pg/2C olarak belirlenmiştir. Oktoploid genotiplerde ise bu değer 5.504-6.169 pg/2C aralığında saptanırken, ortalama çekirdek DNA içeriği 5.82 pg/2C olmuştur. Tetraploid bireyler arasında önemli bir varyasyon gözlenmez iken, oktoploid genotiplerin çekirdek DNA içerikleri açısından kendi içlerinde de farklılaştıkları görülmektedir.

Lu ve ark. (1998) 4 kromozom seti içeren tetraploid dallı darı bireylerinin 36 kromozomlu ve ortalama 3.1 pg çekirdek DNA içeriğine sahip iken 8 kromozom setine

sahip 72 kromozomlu oktoploidlerin ise 6.1 pg ortalama çekirdek DNA içeriklerinin bulunduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu sonuçları “Summer, ‘Kanlow” ve “Cave-in-rock, Trailblazer, Blackwell, Shawnee” ticari çeşitlerinin çekirdek DNA içeriklerinin ortalaması olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda bu çeşitler için saptadığımız ortalamalar ploidy seviyelerine göre sırası ile 2.92 pg ve 5.78 pg olmuştur. Öte taraftan Hopkins ve ark. (1998) ise tetraploid dallı darı genotiplerinde çekirdek DNA içeriklerinin 2.7-3.2 pg ve oktoploid bireylerde 4.8-5.8 pg aralığında değişim gösterdiğini vurgulamışlardır. Benzer şekilde Casler (2012) tetraploid yapılı dallı darı genotipleri için ortalama çekirdek DNA içeriğini 3.1 pg olarak bildirmiştir.





Şekil 4.6. Çekirdek DNA içeriklerine göre seçilmiş, tetraploid ve oktoploid dallı darı genotiplerinin yakınlık dağılımının dendogramı ve filogenetik ağaç ile gösterimi

Çizelge 4.2. Dallı darı genotiplerine ait çekirdek DNA içeriklerine ait ortalama değerler
ile bu değerlere ait bazı istatistiki veriler

Sıra No	USDA /ARS Kayıt Adı	USDA /ARS Bitki Tanımı	Ort ± ss
2n=2x=36 Tetraploid Genotipler			
1	PI 315723	BN-8358-62	2,9129±0,043 e**
2	PI 315727	BN-11357-63	2,8647±0,010 e
3	PI 414065	BN-14668-65	2,9211±0,037 e
4	PI 414070	BN-12323-69	2,9447±0,029 e
5	PI 421521	KANLOW	2,9672±0,065 e
6	PI 421999	AM-314/MS-155	2,8997±0,070 e
7	PI 422000	WABASSO	2,9107±0,070 e
8	PI 422001	STUART	2,9606±0,035 e
9	PI 422006	ALAMO	3,0765±0,120 e
10	PI 422016	-	2,9931±0,031 e
11	PI 476291	T 2099	3,0796±0,348 e
12	PI 476293	T2101	2,9452±0,042 e
13	PI 537588	DACOTAH	2,8491±0,017 e
14	GRIF1696901SD	GRIF 16969	2,8970±0,020 e
15	PI 639191	WS4U	2,8474±0,122 e
16	PI 642191	SUMMER	2,8999±0,165 e
17	PI 642207	70 SG 016	2,9423±0,002 e
18	PI 642218	70 SG 028	2,9923±0,004 e
19	PI 6422019	70 SG 029	2,8930±0,062 e
20	PI 642222	70 SG 033	2,9802±0,067 e
21	PI 642224	70 SG 035	2,8751±0,027 e
22	PI 642230	70 SG 042	3,0000±0,167 e
23	PI 642235	70 SG 047	2,8016±0,011 e
24	PI 642237	70 SG 049	2,9256±0,045 e
25	PI 642258	70 SG 072	2,8992±0,055 e
26	PI 642259	70 SG 073	2,8960±0,074 e
27	PI 642260	70 SG 074	2,9972±0,072 e
28	PI 642262	70 SG 076	2,9018±0,096 e
29	PI 642266	70 SG 080	2,9898±0,023 e
30	PI 642267	70 SG 081	2,8877±0,059 e
31	PI 642271	71 SG 004	2,9242±0,064 e
32	PI 642272	71 SG 005	2,9177±0,058 e
33	PI 642273	71 SG 006	2,8620±0,011 e
34	PI 642274	71 SG 007	2,9508±0,010 e
35	PI 659340	9064231	2,9706±0,083 e
36	PI 659341	9086085	2,9702±0,028 e
37	PI 659342	9086087	2,8769±0,020 e
38	PI 659344	9086101	2,9733±0,085 e
39	PI 659345	9086103	3,0348±0,126 e
40	PI 659346	9086104	2,9176±0,141 e
Ort			2.93

Çizelge 4.2. (Devamı) Dalli darı genotiplerine ait çekirdek DNA içeriklerine ait ortalama değerler ile bu değerlere ait bazı istatistiki veriler

Sıra No	USDA /ARS Kayıt Adı	USDA /ARS Bitki Tanımı	Ort ± ss
2n=8x=72 Oktoploid Genotipler			
1	PI 315724	BN-10860-61	6,0889±0,120 a-d
2	PI 337553	196	5,7712±0,153 d
3	PI 414066	GRENVILLE	5,5890±0,042 cd
4	PI 414067	BN-8624-67	5,5753±0,292 b-d
5	PI 414068	BN-18758-67	6,0365±0,535 a-d
6	PI 414069	BN-309-69	5,9299±0,015 a-d
7	PI 421138	CARTHAGE	5,8131±0,025 a-d
8	PI 422003	PMT-785	5,8487±0,198 a-d
9	PI 431575	KY 1625	5,9726±0,301 a-d
10	PI 469228	CAVE-IN-ROCK	5,7785±0,406 b-d
11	PI 476292	T2100	5,7911±0,048 b-d
12	PI 476294	T4613	5,8103±0,019 a-d
13	PI 476295	T4614	5,9406±0,005 a-d
14	PI 476296	T16971	6,0955±0,139 a-c
15	PI 476297	CADDO	5,8787±0,014 a-d
16	PI 477003	NEBRASKA 28	5,6810±0,186 b-d
17	PI 549094	TRAILBLAZER	5,9326±0,077 a-d
18	PI 591824	SHAWNEE	5,4984±0,377 b-d
19	PI 598136	SUNBURST	6,1693±0,242 a-c
20	PI 639192	WS8U	5,4873±0,227 cd
21	PI 642190	FALCON	5,8000±0,171 a-d
22	PI 642192	PATFINDER	5,4772±0,079 cd
23	PI 642194	70 SG 002	5,7627±0,082 b-d
24	PI 642195	70 SG 003	6,0872±0,126 a-c
25	PI 642196	70 SG 004	5,8391±0,127 a-d
26	PI 642197	70 SG 005	5,8196±0,093 a-d
27	PI 642198	70 SG 006	5,7975±0,390 b-d
28	PI 642200	70 SG 008	6,0104±0,017 a-c
29	PI 642201	70 SG 010	5,7065±0,091 b-d

Çizelge 4.2. (Devamı) Dallı darı genotiplerine ait çekirdek DNA içeriklerine ait ortalama değerler ile bu değerlere ait bazı istatistiki veriler

Sıra No	USDA /ARS Kayıt Adı	USDA /ARS Bitki Tanımı	Ort ± ss
30	PI 642203	70 SG 012	5,5041±0,265 d
31	PI 642204	70 SG 013	5,5684±0,154 cd
32	PI 642212	70 SG 021	5,7884±0,080 b-d
33	PI 642239	70 SG 051	5,8533±0,055 a-d
34	PI 642240	70 SG 052	5,8268±0,054 a-d
35	PI 642242	70 SG 055	5,8661±0,264 a-d
36	PI 642251	70 SG 064	5,9732±0,095 a-d
37	PI 642254	70 SG 067	5,9646±0,000 a-d
38	PI 657663	BLACKWELL	5,9355±0,013 a-d
39	PI 659335	2008FL-011	5,7965±0,250 b-d
40	PI 659336	2008FL012	5,7797±0,311 b-d
Ort.			5.82

**) Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen genotip ortalamaları Tukey testine göre, $P \leq 0.01$ hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

Williams ve Carol (2014), farklı lokasyonlardan topladıkları yabancı dallı darı genotipleri ve bazı önemli ticari çeşitler için çekirdek DNA içeriğini ploidy seviyelerine göre ortalama 2.6-6.2 pg olarak belirlemişlerdir. Araştırmalar genotip bazında değerlendirildiğinde çalışmamızla oldukça yakın ya da uzaklaşan değerleri görmek mümkündür. Nitekim bu farklılık literatür bildirişlerinde de her yönü ile karakterize edilmiş önemli ticari çeşitler için dahi söz konusudur ve böyle olması da gayet doğaldır. Zira dallı darı açık tozlanan ve dolayısıyla heterogenetik yapıli bir türdür. Dolayısıyla tohum popülasyonlarında bu tarz küçük varyasyonların oluşması beklenen bir sonuçtur. Öte taraftan çekirdek DNA belirleme yöntemi ve bu aşamada kullanılan flow sitometri cihazları arasındaki farklılıkların da sonuçlarda küçük sapmalara yol açması doğaldır.

Çizelge 3.1’de PMT-785 dallı darı genotipinin, USDA ve diğer bazı kaynaklara göre ova ekotipi olduğu bildirilmiştir. Oysa ABD Florida orijinli bu genotipin çizelge 4.1’den oktoploid yapıda olduğu ve şekil 4.6’da ova ekotiplerden tamamı ile ayrılarak, yayla ekotiplerle bir arada kümелendiği görülmektedir. Ancak Lu ve ark. (1998) dallı darı ova ekotiplerinin $2n=4x=36$ kromozomlu tetraploid bireyler olduklarını ve yayla

tiplerin ise hem tetraploid ancak yoğun olarak $2n=8x=72$ kromozomlu oktoploid yapılı olduklarını bildirmektedirler. Zhang ve ark. (2011) ova ve yayla ekotipler arasındaki doğal melezler ve gen akışlarına dikkat çekerek, PMT-785 genotipi için de bu tarz bir melez orijini olduğunu gösterir kuvvetli bulgulara işaret etmektedir. Araştırmacılar bu genotipi kloroplast DNA içeriği açısından yayla fakat fenotip olarak ova ekotipi olarak tanımlamaktadırlar. Dolayısı ile bu tür ile yapılan çalışmalarda PMT-785 için böylesi bir sınıflandırma genel kabul görmüştür. Dallı darı türü ekotipleri arasında morfolojik ve habitat farklılığı bulunmaktadır. Yayla tipler daha çok mera, ova tipler ise daha yüksek biyokütle özellikleri nedeni ile çoğunlukla biyoyakıt hammaddesi olarak değerlendirilmektedirler. 113O009 no'lu proje kapsamında yapılan ölçüm ve gözlemlerde PMT-785 genotipinin geniş habitus ve yüksek biyokütle verimine sahip, çok geniş yapraklı kısacası ideal bir biyoenerji bitkisi olduğu görülmüştür.

Araştırmamız kapsamında incelenen tüm yayla ekotiplerin oktoploid yapılı olduğu görülmektedir. Tetraploid yapılı genotiplerin ise 19'u ova tipi iken 21 adetinin yayla ekotipi olduğu görülmüştür. Şekil 4.16'daki filogenetik ağaç incelendiğinde tetraploid yapılı, yayla ekotiplerin küçük sapmalar olmakla birlikte bir arada kümелendikleri görülmektedir.

4.2. Dallı darı Erken Fenolojik Dönem Yem Miktar ve Kalitesi

Yapılan görsel değerlendirmelerde dallı darı türünün biyoenerji amaçlı kullanılan genotipleri de dahil olmak üzere, erken fenolojik dönemde yem kalitesinin yüksek olabileceği sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte buğdaygil yembitkilerinin biçme çalışmalarında yaygın bir yöntem olarak uygulanan çiçeklenme dönemi hasadının, dallı darı için geç olacağı değerlendirilmiş ve kaliteli bir ot eldesi için daha erken dönemde hasat gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.7. Erken fenolojik dönem dallı darı bitkileri (yem amaçlı hasat dönemi)

Sapa kalkma başlangıcında hasat edilen dallı darı otunda yapılan kalite analizleri neticesinde farklı özellikler için saptanan değerler şu şekildedir.

4.2.1. Dalli darı erken dönem kardeş sayısı (adet/bitki)

Yem amaçlı, erken fenolojik dönem dallı darı bitkilerinde hasat öncesi yapılan sayımlarda saptanan ortalama kardeş sayılarına uygulanan varyans analizinin sonuçları Çizelge 4.3’de sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Dalli darı genotiplerine ait erken fenolojik dönem kardeş sayısı (adet/bitki) değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları

VK	SD	KO	F
Tekerrür	1	3.95	0.0622
Dallı darı Genotipi	79	208.335	3.3028**
Hata	79	63.079	
Genel	159		
DK	% 29.75		

** $p \leq 1\%$ seviyesinde istatistiksel açıdan önemli

Varyans analiz sonuçları, kardeş sayısı ortalamalarının dallı darı genotipleri arasında önemli ölçüde farklılaştığını, dolayısıyla bu özellik açısından genotipik etkinin oldukça yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Dallı darı genotipleri için saptanan sap sayısı ortalamalarına uygulanan TUKEY çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.4’de görülmektedir.

Dallı darı genotiplerine bağlı olarak erken dönem kardeş sayıları 11.0 adet/bitki ile 63.8 adet/bitki arasında değişim göstermiştir. Bitki başına en düşük kardeş sayısı Oregon orijinli $2n=4x=36$ kromozom sayılı, tetraploid ova tipi Dacotah genotipinde saptanmıştır. Bununla birlikte tamamı Kuzey Dakota orijinli ve yayla genotipler olan,

tetraploid yapıdaki; 70 SG 016, 70 SG 029, 70 SG 072 ve 71 SG 006 ile oktoploid yapıdaki; 70 SG 002, 70 SG 006, 70 SG 010, 70 SG 013, 70 SG 051, 70 SG 052, 70 SG 055 ve 70 SG 064 genotipleri için saptanan 11.4-16.4 adet/bitki arasındaki kardeş sayıları en düşük ortalama dan farklı bulunmamıştır. Öte taraftan Şekil 4.8 incelendiğinde diğer bazı genotiplerin de istatistiksel anlamda benzeşen sonuçlarla, en düşük ortalamanın elde edildiği genotiple benzeşen kümede yer aldıkları saptanmaktadır. Bunların Kuzey Karolayna orijinli BN-11357-63 genotipi hariç tamamının Kuzey Dokata genotipleri oldukları görülmüştür.

Çizelge 4.4. Dallı darı genotiplerine ait erken fenolojik dönem kardeş sayısı (adet/bitki)

Sıra No	USDA /ARS Bitki Tanımı	Kardeş Sayısı (adet/bitki)
2n=4x=36 Tetraploid Genotipler		
1	BN-8358-62	29.7 a-c**
2	BN-11357-63	17.9 bc
3	BN-14668-65	23.4 a-c
4	BN-12323-69	25.7 a-c
5	KANLOW	24.3 a-c
6	AM-314/MS-155	33.1 a-c
7	WABASSO	30.3 a-c
8	STUART	35.0 a-c
9	ALAMO	30.1 a-c
10	PI 422016	28.5 a-c
11	T 2099	39.0 a-c
12	T2101	35.4 a-c
13	DACOTAH	11.0 c
14	GRIF 16969	30.7 a-c
15	WS4U	29.4 a-c
16	SUMMER	25.6 a-c
17	70 SG 016	15.7 c
18	70 SG 028	21.8 bc
19	70 SG 029	14.7 c
20	70 SG 033	33.5 a-c
21	70 SG 035	20.3 bc
22	70 SG 042	24.0 a-c
23	70 SG 047	18.1 bc
24	70 SG 049	18.4 bc
25	70 SG 072	14.5 c
26	70 SG 073	18.0 bc

Çizelge 4.4.(Devamı) Dalli darı genotiplerine ait erken fenolojik dönem kardeş sayısı (adet/bitki)

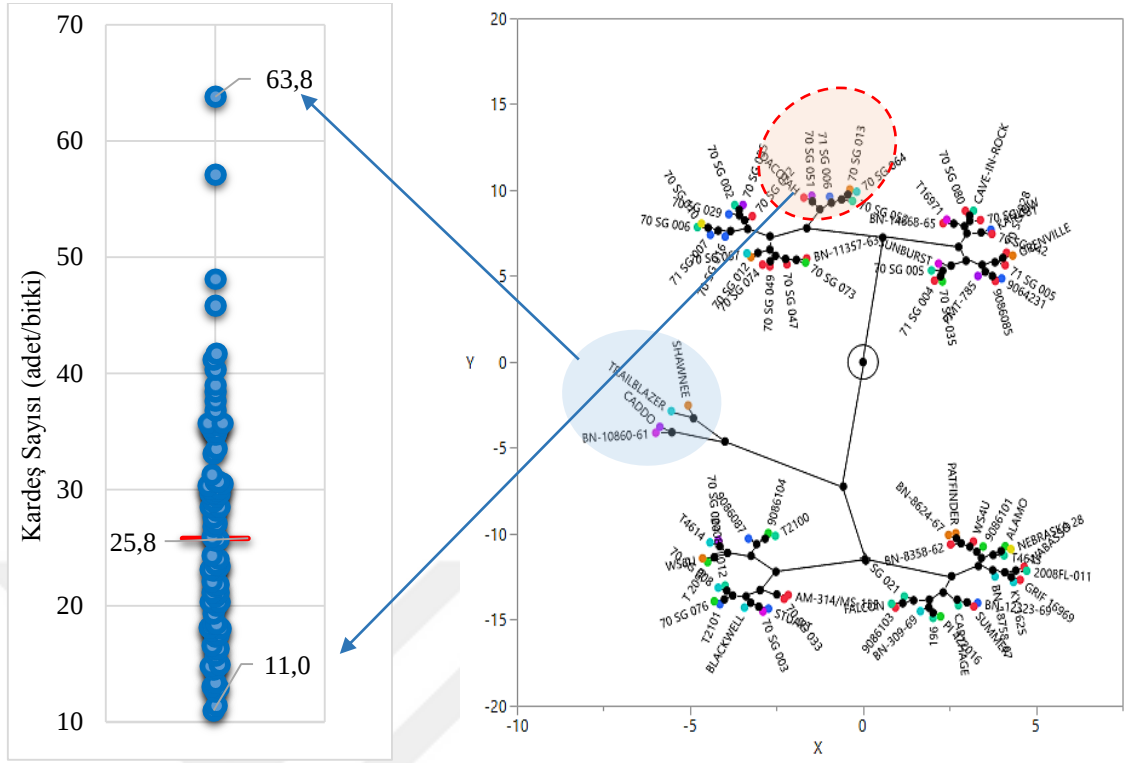
Sıra No	USDA /ARS Bitki Tanımı	Kardeş Sayısı (adet/bitki)
27	70 SG 074	18.4 bc
28	70 SG 076	35.5 a-c
29	70 SG 080	23.1 bc
30	70 SG 081	23.0 bc
31	71 SG 004	20.3 bc
32	71 SG 005	22.1 bc
33	71 SG 006	13.4 c
34	71 SG 007	16.6 bc
35	9064231	21.1 bc
36	9086085	21.1 bc
37	9086087	40.3 a-c
38	9086101	29.0 a-c
39	9086103	26.8 a-c
40	9086104	41.7 a-c
Ort		25.0
2n=8x=72 Oktoploid Genotipler		
1	BN-10860-61	48.1 a-c
2	196	28.5 a-c
3	GRENVILLE	21.6 bc
4	BN-8624-67	29.6 a-c
5	BN-18758-67	31.3 a-c
6	BN-309-69	28.2 a-c
7	CARTHAGE	25.9 a-c
8	PMT-785	20.8 bc
9	KY 1625	30.7 a-c
10	CAVE-IN-ROCK	23.1 bc
11	T2100	41.2 a-c
12	T4613	29.9 a-c
13	T4614	37.6 a-c
14	T16971	23.5 a-c
15	CADDO	45.8 a-c
16	NEBRASKA 28	30.1 a-c
17	TRAILBLAZER	63.8 a
18	SHAWNEE	57.1 ab
19	SUNBURST	19.3 bc
20	WS8U	38.4 a-c
21	FALCON	27.1 a-c
22	PATFINDER	29.6 a-c
23	70 SG 002	14.9 c

Çizelge 4.4.(Devamı) Dallı darı genotiplerine ait erken fenolojik dönem kardeş sayısı (adet/bitki)

Sıra No	USDA /ARS Bitki Tanımı	Kardeş Sayısı (adet/bitki)
24	70 SG 003	35.0 a-c
25	70 SG 004	36.8 a-c
26	70 SG 005	20.0 bc
27	70 SG 006	16.3 c
28	70 SG 008	35.7 a-c
29	70 SG 010	16.2 c
30	70 SG 012	17.3 bc
31	70 SG 013	13.0 c
32	70 SG 021	27.6 a-c
33	70 SG 051	11.4 c
34	70 SG 052	12.6 c
35	70 SG 055	14.8 c
36	70 SG 064	12.9 c
37	70 SG 067	17.5 bc
38	BLACKWELL	34.7 a-c
39	2008FL-011	30.5 a-c
40	2008FL012	35.7 a-c
Ort		28.3

**) Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen genotip ortalamaları Tukey testine göre, $P \leq 0.01$ hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

Kardeş sayısı açısından en yüksek ortalama Nebraska orijinli, $2n=8x=72$ kromozom sayılı, oktoploid bir genotip olan Trailblazer'da saptanmıştır. Shawnee genotipi için belirlenen 57.1 adet/bitki kardeş sayısının ise en yüksek ortalama ile benzeştiği belirlenmiştir. Bununla birlikte Şekil 4.8'den BN-10860-61 ve Caddo genotiplerinin de benzeşen kardeş sayıları ürettikleri ve en yüksek ortalamaların yer aldığı küme içerisinde toparlandıkları görülmüştür.



Şekil 4.8. Dalı darı genotiplerinin, erken fenolojik dönem kardeş sayılarına bağlı dağılım ağacı

Araştırmamız kapsamında 80 dalı darı genotipi için saptanan kardeş sayıları arasında bu denli farklılık olması beklenen bir durumdur. Zira çalışılan koleksiyon içerisinde biyoenerji tarımı amaçlı ıslah edilmiş çeşitler, farklı habitatlardan toplanmış doğal popülasyonlar, ova ve yayla ekotipleri ile farklı ploidy düzeyli genotipler mevcuttur. Biyoenerji amaçlı çeşit geliştirme çalışmalarında, yüksek yapısal karbonhidrat birikimi dolayısıyla çok sayıda kardeş oluşturma aranan bir özellik olarak ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla bu amaçla tescil edilmiş çeşitler açısından fazla sap sayısı olması doğaldır. Bununla birlikte ova ekotiplerinin daha yüksek oranda kardeşlenme göstermeleri (Moser ve Vogel, 1995; Porter, 1996) genel kabul gören bir bulgu niteliğindedir. Ancak araştırma sonuçlarımızın bu görüş ile çeliştiğini söylemek mümkündür. Zira en yüksek ortalamanın elde edildiği Trailblazer çeşidi bir yayla ekotipidir. Ayrıca bu çeşitle aynı kümede yer alan diğer genotiplerin de farklı ploidy düzeylerindeki yayla ekotipleri oldukları görülmektedir. Fakat dikkat çekici olan Trailblazer, Caddo ve Shawnee genotiplerinin biyoenerji amaçlı ıslah edilmiş çeşitler, BN-10860-61'in ise ümitvar çeşit adayı olmasıdır. Dolayısıyla kardeş sayısı fazlalığı

yönünde selekte edilmiş olmaları gayet olasıdır. Nitekim en düşük ortalamaların saptandığı Kuzey Dakota genotiplerinin de tamamı yayla ekotipi, fakat doğal popülasyonlardır. Öte taraftan yukarıda bahsedilen genel kabulün, genel olarak biyoenerji amaçlı fizyolojik olgunluk dönemi için yapıldığını da unutmamak gerekir. Bu nedenle ilerleyen fenoloji ile birlikte farklı sonuçlar alınması muhtemeldir. Çelikleş ve ark. (2017) inceledikleri dallı darı koleksiyonu içerisinde ova tiplere kıyasla daha fazla sap sayısına sahip yayla tipler belirlediklerini, ancak bunların daha ince gövde yapısına sahip olduklarını belirlemiş ve bunların yem tipi olduklarına vurgu yapmışlardır. Sharma vd. (2003) dallı darı tarımında, bitki gerçek potansiyelinin 3. yıl sonrasında değerlendirilmesi gerektiğine vurgu yaparak, inceledikleri plantasyonda bitki sıklığının 18.1-59.0 sap/bitki şeklinde gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu açıdan önemli bir genotipik varyasyon olduğuna dikkat çekmiş ve uzun yıllar yetiştiricilik sonrasında bitki başına sap sayısının önceki yılların yarısına kadar azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacıların saptadıkları bitki başına sap sayısı ortalamaları, çalışmamızda elde ettiğimiz verilerle örtüşmektedir. Yue ve ark. (2017) tetraploid dallı darı genotiplerinin bitki başına üretebildikleri sap sayısının, oktoploid yapılı olanlardan daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bu bulgunun araştırma sonuçlarımızla uyuşmadığını söylemek mümkündür. Zira çalışmamızda oktoploid yapılı genotiplerden daha yüksek sayıda sap oluştuğu görülmektedir. Bitki morfolojik karakterleri üzerinde çevresel etmenlerin yanı sıra tarımsal uygulamalar (ekim/dikim normu, sulama, gübreleme vs.) ile hasat zamanlarının da önemli bir etkisin olduğu bilinmektedir (Giannoulis ve ark., 2016). Farklı hasat zamanları dolayısıyla çalışmamızda farklı sonuçlar belirlenmiş olması olasıdır. Nitekim Muir ve ark. (2001) artan sıra arası mesafesi ve azot gübre dozunun sap sayısında artışa neden olduğunu bildirmektedirler. Çayır mera yem bitkileri açısından yüksek yaprak/sap oranı istenen bir özelliktir. Zira yaprakların hayvansal verime dönüşümü daha yüksektir. Bu açıdan dallı darı tarımında yem amaçlı hasatların geciktirilmemesinde fayda vardır. Zira Butkutė ve ark. (2013) tohum dolum dönemindeki biyokütle kuru maddesinde yapısal ve yapısal olmayan, toplam karbonhidrat birikiminin, saplarda %74.2 oranında gerçekleştiğini belirtmektedirler.

4.2.1. Biyokütle Verimi (Yaş / Kuru Ot verimleri) (kg da⁻¹)

Dallı darı biyokütlesi, yem amaçlı hasat örneklerinin birim alana oranlanması ile saptanan yaş ot ve kurutulmuş örneklerin birim alana verimlerine uygulanan varyans analiz sonuçları çizelge 4.4 ve çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Dallı darı genotipleri erken dönem yaş ot verimlerine ait varyans analiz tablosu

VK	SD	KO	F
Tekerrür	1	445305.75	25.05
Dallı darı Genotipi	79	3557248.51	200.11**
Hata	79	17776.43	
Genel	159		
DK	%28.17		

** $p \leq \%1$ seviyesinde istatistiksel açıdan önemli

Çizelge 4.6. Dallı darı genotipleri erken dönem kuru ot verimlerine ait varyans analiz tablosu

VK	SD	KO	F
Tekerrür	1	82902.43	28.04
Dallı darı Genotipi	79	342488.21	115.86**
Hata	79	2955.80	
Genel	159		
DK	%11.97		

** $p \leq \%1$ seviyesinde istatistiksel açıdan önemli

Dallı darı genotiplerinin erken fenolojik dönem yaş ve kuru biyokütle verimleri bakımından önemli bir varyasyon gösterdikleri saptanmıştır. Çizelge 4.6'da her bir genotip için saptanan yaş ve kuru ot verimlerine uygulanan TUKEY çoklu karşılaştırma testi sonuçları görülmektedir.

Çizelge 4.7.. Dallı darı genotipleri erken fenolojik dönem biyokütle (yaş-kuru ot) verimleri

Sıra No	USDA /ARS Bitki Tanımı	Yaş Ot Verimi (kg da ⁻¹)	Kuru Ot Verimi (kg da ⁻¹)
2n=4x=36 Tetraploid Genotipler			
1	BN-8358-62	1685.71 g-n	730.75 f-m
2	BN-11357-63	2612.24 f-l	1067.10 c-k
3	BN-14668-65	4673.46 b-e	1705.48 b-e
4	BN-12323-69	2816.32 f-k	937.67 e-m
5	KANLOW	2959.18 e-j	1077.79 c-k
6	AM-314/MS-155	5204.08 bc	1449.00 c-h
7	WABASSO	877.54 k-n	466.06 ı-m
8	STUART	1318.36 ı-n	646.98 g-m

Çizelge 4.7.(Devamı) Dallı darı genotipleri erken fenolojik dönem biyokütle (yaş-kuru ot) verimleri

Sıra No	USDA /ARS Bitki Tanımı	Yaş Ot Verimi (kg da ⁻¹)	Kuru Ot Verimi (kg da ⁻¹)
9	ALAMO	6122.45 ab	2488.09 b
10	PI 422016	4816.32 b-d	1648.86 b-f
11	T 2099	5183.67 bc	1517.03 b-g
12	T2101	3571.42 c-g	1304.78 c-j
13	DACOTAH	1285.71 j-n	553.40 k-m
14	GRIF 16969	2204.07 g-n	816.01 m
15	WS4U	5285.71 bc	1983.82 bc
16	SUMMER	1040.81 j-n	465.32 k-m
17	70 SG 016	1693.87 g-n	735.73 ı-m
18	70 SG 028	1816.33 g-n	769.54 e-m
19	70 SG 029	3489.79 c-h	1179.88 c-k
20	70 SG 033	1938.77 g-n	786.69 e-m
21	70 SG 035	1040.81 j-n	566.46 g-m
22	70 SG 042	3285.71 d-ı	1371.78 c-ı
23	70 SG 047	2224.48 g-n	943.95 e-m
24	70 SG 049	2020.40 g-n	834.25 e-m
25	70 SG 072	1918.36 g-n	885.64 e-m
26	70 SG 073	1857.13 g-n	740.32 e-m
27	70 SG 074	1204.07 j-n	590.25 g-m
28	70 SG 076	693.87 l-n	457.43 ı-m
29	70 SG 080	1285.71 j-n	591.26 g-m
30	70 SG 081	1318.36 ı-n	621.11 g-m
31	71 SG 004	1816.32 g-n	761.53 e-m
32	71 SG 005	1693.87 g-n	716.93 f-m
33	71 SG 006	1489.79 ı-n	636.22 g-m
34	71 SG 007	1653.07 g-n	686.01 f-m
35	9064231	1489.79 ı-n	645.65 g-m
36	9086085	1163.26 j-n	538.17 h-m
37	9086087	999.99 j-n	527.49 h-m
38	9086101	2918.36 e-j	953.90 e-m
39	9086103	2469.38 f-m	987.75 d-l
40	9086104	3285.71 d-ı	1073.60 c-k
2n=8x=72 Oktoploid Genotipler			
1	BN-10860-61	4265.30 c-f	1408.78 c-ı
2	196	1857.13 g-n	740.49 e-m
3	GRENVILLE	1653.05 g-n	713.45 f-m
4	BN-8624-67	1979.59 g-n	751.75 e-m
5	BN-18758-67	1653.05 g-n	708.99 f-m
6	BN-309-69	1816.32 g-n	740.23 e-m
7	CARTHAGE	2816.32 f-k	993.99 d-l
8	PMT-785	1530.60 h-n	612.66 g-m
9	KY 1625	2795.91 f-k	1019.19 c-k

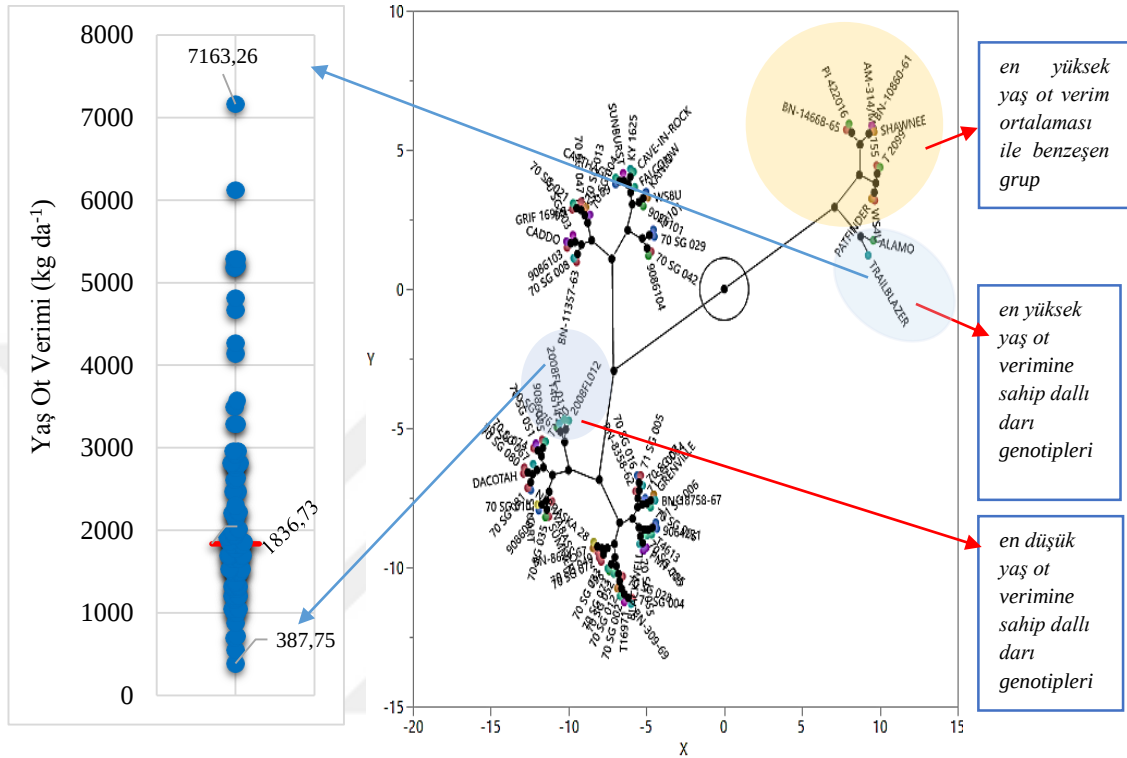
Çizelge 4.7.(Devamı) Dallı darı genotipleri erken fenolojik dönem biyokütle (yaş-kuru ot) verimleri

Sıra No	USDA /ARS Bitki Tanımı	Yaş Ot Verimi (kg da ⁻¹)	Kuru Ot Verimi (kg da ⁻¹)
10	CAVE-IN-ROCK	2795.91 f-k	1151.25 c-k
11	T2100	1183.67 j-n	593.27 g-m
12	T4613	1489.79 ı-n	586.64 g-m
13	T4614	714.28 l-n	435.79 f-m
14	T16971	1816.32 g-n	684.17 f-m
15	CADDO	2469.38 f-m	905.43 e-m
16	NEBRASKA 28	1979.59 g-n	809.40 e-m
17	TRAILBLAZER	7163.26 a	2366.03 a
18	SHAWNEE	4142.85 c-f	451.07 ı-m
19	SUNBURST	2816.32 f-k	1043.69 lm
20	WS8U	2959.18 e-j	948.90 h-m
21	FALCON	2755.10 f-k	958.47 e-m
22	PATFINDER	5285.71 bc	1936.46 b-d
23	70 SG 002	1816.32 g-n	696.64 f-m
24	70 SG 003	2469.38 f-m	869.63 e-m
25	70 SG 004	2142.85 g-n	801.26 e-m
26	70 SG 005	1489.79 ı-n	757.30 e-m
27	70 SG 006	1653.05 g-n	725.69 f-m
28	70 SG 008	2632.65 f-l	918.21 e-m
29	70 SG 010	999.99 j-n	569.16 g-m
30	70 SG 012	1816.320 g-n	723.64 f-m
31	70 SG 013	2183.66 g-n	901.60 e-m
32	70 SG 021	2204.07 g-n	1030.57 c-k
33	70 SG 051	1204.07 j-n	602.03 g-m
34	70 SG 052	1775.50 g-n	807.04 e-m
35	70 SG 055	1530.60 h-n	653.39 g-m
36	70 SG 064	1693.87 g-n	732.76 e-m
37	70 SG 067	1367.34 ı-n	614.62 g-m
38	BLACKWELL	1530.60 h-n	663.68 g-m
39	2008FL-011	387.75 n	381.93 j-m
40	2008FL012	551.01 mn	363.85 j-m

**) Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen genotip ortalamaları Tukey testine göre, $P \leq 0.01$ hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

Seçilmiş dallı darı genotiplerinden ABD Nebraska orijinli bir yayla ekotipi olan Trailblazer için saptanan 7163.26 kg da⁻¹ yaş biyokütle verimi, erken fenolojik dönem yem üretimi açısından en yüksek değer olarak kaydedilmiştir. Bu ticari çeşidin oktoploid yapıda olduğu görülmektedir. Bununla birlikte ova tipi, tetraploid yapılı Alamo ticari çeşidinden elde edilen 6122.4 kg da⁻¹ yaş biyokütle verimi en yüksek ortalama ile benzeşen istatistiksel grupta yer almıştır. Şekil 4.9'da en yüksek

ortalamaların saptandığı bu iki genotip ile aynı dal üzerinde yer aldığı görülmekte olan WS4U, PATFINDER, AM-314/MS-155, T 2099, PI 422016, BN-14668-65, BN-10860-61 ve SHAWNEE genotipleri için saptanan 5285.7-4142.8 kg da⁻¹ aralığındaki yaş ot verimleri de dikkat çekicidir.



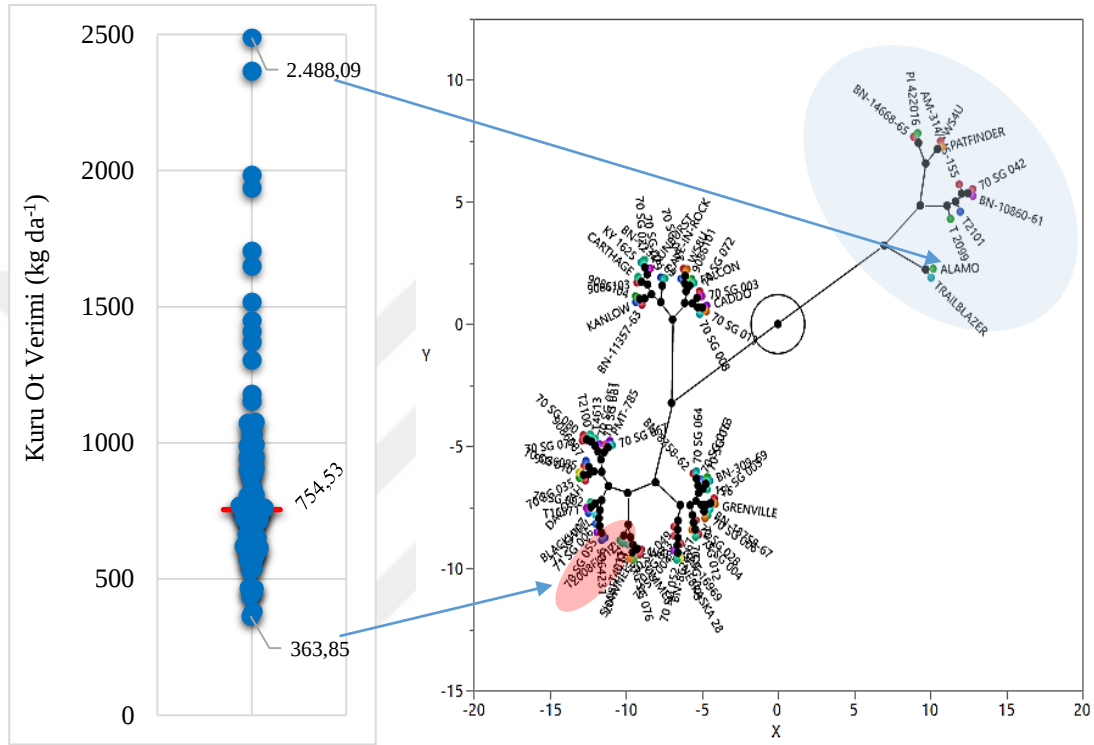
Şekil 4.9. Dallı darı genotiplerinin erken fenolojik dönem yaş biyokütle verimlerine bağlı dağılım ağacı

En düşük yaş ot verimi (387.75 kg da⁻¹) ABD Florida orijinli 2008FL-011 genotipinde saptanmış ancak aynı orijin merkezinden olan 2008FL012 genotipi için belirlenen 551.0 kg da⁻¹ yaş ot verimi bu ortalamadan farklı bulunmamıştır. Bununla birlikte şekil 4.9’da sunulan yaş ot verimine bağlı dağılım ağacında 70 SG 076 ve T4614 genotiplerinin de en düşük ortalamaya sahip genotiplerle aynı dal üzerinde bulundukları ve bu açıdan benzeştikleri görülmektedir. En düşük verimlerin elde edildiği genotipinde 2n=8x grubunda yer alan oktoploid formdaki genotipler oldukları görülmektedir.

Kuru ot verimi açısından 2488.09 kg da⁻¹ biyokütle verimi ile Alamo çeşidinin ön plana çıktığı görülse de Tarilblazer için saptanan 2366.03 kg da⁻¹’lık ortalama, en yüksek verim ile aynı bulunmuştur. Ancak yaş ot veriminde olduğu gibi WS4U, PATFINDER, AM-314/MS-155, T 2099, PI 422016, BN-14668-65, BN-10860-61,

SHAWNEE ile bunlara ilaveten T2101 ve 70 SG 042 genotiplerinin de benzer dağılım dalı üzerinde kümelandıkları görülmüş ve bu alan Şekil 4.10 üzerinde işaretlenmiştir.

Yaş ot veriminde olduğu gibi kuru ot veriminde de en düşük ortalamalar ABD Florida orijinli 2008FL-011 ve 2008FL012 genotiplerinde ve sırası ile 381.93 ve 363.85 kg da⁻¹ değerleri ile saptanmıştır.



Şekil 4.10. Dallı darı genotiplerinin erken fenolojik dönem kuru biyokütle verimlerine bağlı dağılım ağacı

Anderson ve ark. (1988) otlatılan bir dallı darı merasında 3 yıllık ortalama sonrasında üretilen yemi Trailblazer çeşidi için 3420 kg da⁻¹ ve Pathfinder çeşidi içinse 3380 kg da⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu sonuçları; otlatmanın eylül ayına kadar dönüşümlü devam ettiği bir alanda, kafese alınan kontrol bölümünün, diğer kısımda otlatma sonrasında kalan anız yüksekliği baz alınarak yapılan biçimlerden alınan verimin ortalaması olarak hesaplamışlardır. Araştırma bulguları aynı çeşitler için saptadığımız sonuçlardan oldukça düşüktür. Bu durumun otlatmanın 1 yıllık bir plantasyon üzerinde ve ortalama canlı ağırlıkları 300 kg olan sığırlar ile yapılmasından kaynaklı stres dolayısıyla olduğunu söylemek mümkündür. Bununla birlikte Sanderson ve ark. (1999) dallı darı tarımında yem amaçlı tek biçim yapılmasının daha tavsiye

edilebilir bir uygulama olacağını, iki defadan fazla yapılacak çoklu biçimlerin sonraki yıllarda verimi azaltacağını vurgulamışlardır. Araştırmacılar en yüksek verime ulaştıkları tesisin 3. yılında, Alamo çeşidinden tek biçimde 15.7 t ha^{-1} kuru ot verimi alırken, biçim sayısı arttırıldığında verim azalmış ve 4 biçim uygulamasında 6.2 t ha^{-1} 'a düşmüştür. Aynı ticari çeşit için Akdeniz Ekolojik koşullarında saptadığımız 2.48 t da^{-1} kuru ot verimi bu değerlerin oldukça üzerinde bulunmuştur. Çok yıllık bir yem bitkisi olan dallı darı gerçek performansını 3. yıldan itibaren ortaya koyarken, tesis yılında ortaya çıkabilecek olumsuzluklar, sonraki yılları doğrudan etkileyebilmektedir. Nitekim Soylu ve ark. (2010) farklı dallı darı çeşitleri için yaş ot verimini tesisin 2. yılında $859\text{--}5755 \text{ kg da}^{-1}$ 3. yılda ise $3602\text{--}6493 \text{ kg da}^{-1}$ olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuç dallı darı türü için beklenen bir durumdur. Zira bu yembitkisi türünde kardeş sayısı ve bitki boyundaki artışların ilerleyen yıllarda ortaya çıktığı bilinmektedir. Karasal ekolojide yürütülen bu araştırmada bazı çeşitlerin verimlerinin araştırma sonuçlarımızdan yüksek olduğu görülmektedir. Bahse konu araştırmada verim değerlerinin 2 biçimin toplamı ve biçimlerin %50 çiçeklenme zamanında yapılmasının böylesi bir sonuç ortaya koyduğu değerlendirilmiştir. Aynı durum farklı genotiplerin kuru ot verimleri açısından da benzer şekilde gerçekleşmiş ve araştırmacılar toplam kuru ot üretimini $1100\text{--}2115 \text{ kg da}^{-1}$ aralığında bildirmişlerdir. Dallı darı tarımında bitki boyu ve kardeşlenmesi üzerinde çok sayıda ekolojik parametre önemli etkiye sahiptir. Bu etki değişik genotiplerde farklı biçimlerde ortaya çıkabilir. Çünkü dallı darı yüksek oranda polimorfizm gösteren ve genotipleri arasında çok farklı ploidi seviyeleri bulunan bir türdür (Elbersen ve ark., 2001). Nitekim şekil 4.6'da çekirdek DNA içerikleri açısından gözlenen polimorfizmin, ot verimi açısından da yüksek polimorfizm oluşturduğu şekil 4.8 ve 4.9'da rahatlıkla gözlenebilmektedir. Bununla birlikte dallı darı türüne özgü yayla ve ova ekotiplerinin, farklı iklim kuşaklarındaki morfolojik ve tarımsal bulguları farklılaşabilmekte, yani lokalite etkisi gözlenmektedir (Çeliktaş ve ark., 2017). Giannoulisa ve ark. (2014) Alamo dallı darı çeşidinin Orta Yunanistan ekolojisinde biyokütle verimini $27.0\text{--}30.0 \text{ t ha}^{-1}$ aralığında saptadıklarını, su kısıtı ve zayıf yapılı toprak koşullarında ise önemli verim kayıpları belirlediklerini bildirmişlerdir. Sadaka vd. (2014) ise dallı darı biyokütle veriminin kullanılan çeşitlere bağlı olarak $12\text{--}22 \text{ t ha}^{-1}$ verime ulaşabildiğini belirtmektedir. Dallı darı türünün ova tipleri yüksek toprak su kapasitesinden hoşlanırken yayla tipleri asıl gelişimlerini daha kısıtlı su koşullarında ortaya

koyabilmekte ve yayla tiplerin azot ihtiyacı ova tiplere kıyasla daha az olmaktadır (Porter, 1966). Stroup ve ark. (2003) ova tiplerin yayla tiplere kıyasla daha yüksek biyokütle üretebildiklerini, ancak yayla tiplerin de kuraklık stresi karşısındaki morfolojik ya da biyokimyasal tepkimelerinin daha az olduğunu ifade etmektedirler. Dolayısıyla her ekotipin performansını, kendi habitatında ya da benzeri koşullarda ortaya koymasını beklemek gerekir. Yani bitki gerçek potansiyeli açısından ekolojik koşullar en az genetik faktörler kadar önemlidir.

Dallı darı Amerika Kıtası meralarının doğal bir türüdür. Doğal olarak ülkemizde bu tür üzerinde yapılan sınırlı sayıdaki çalışmaların tamamı introduksiyon materyal ile yürütülmüş ve çoğunlukla da biyoenerji amaçlı kullanım ön plana çıkmıştır. Dolayısıyla alternatif bir mera bitkisinin kendi ekolojimizdeki performansını gözlemlerken, mevcut mera bitkilerimiz ile kıyaslamaya gitmek, mera ıslah çalışmaları açısından daha faydalı sonuçlar verecektir. Can ve ark. (2007) çalışmamızı yürüttüğümüz Amik Ovası koşullarında, mera ıslah çalışmalarında yaygın olarak kullanılan 15 serin iklim yembitkisi tür ve çeşidi ile yürüttükleri adaptasyon çalışmasında, farklı biçim sayılarının toplamı ve 3 yıllık ortalama olarak yeşil ve kuru ot verimlerini sırası ile 1801.3-3754.2 kg da⁻¹ ve 740.2-1433.1 kg da⁻¹ aralıklarında belirlemişlerdir. Araştırmacılar en düşük verimleri *Phleum pratense* türünün Tiler çeşidinden elde ettikleri bildirmişlerdir. Dallı darı türünde farklı genotipler için saptadığımız verimlerin bu verimlerden üstün veya yakın olduğu görülmektedir. Ancak dallı darının sıcak iklim yembitkisi olduğunu ve bu türlerin dormant oldukları dönemde yeşil kalacağını da unutmamak gerekir. Öte taraftan çalışmamızda elde edilen verimler tek biçim sonucu iken araştırmacılar tarafından bildirilen verimlerin, birkaç biçimin (türden türe değişmiştir) toplamı olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak türlerin birbirine olan avantajlarını, tek başına verim ile değerlendirmek hatalı bir yaklaşımdır. Bu açıdan besleme kalitesi ve hayvan tercihlerinin de mutlaka kıyaslanması gerekecektir.

4.2.2. Biyokütle Lignoselülozik Yapısı (NDF, ADF, ADL %)

Yem amaçlı, erken fenolojik dönemde hasat edilen dallı darı biyokütle örneklerinin sindirilebilirlik durumu, hücre duvarı ADF, NDF ve ADL oranlarının belirlenmesi ile ortaya konulmuştur. Analiz sonucu saptanan değerlere uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8, Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da sunulmuştur.

Çizelge 4.8. Dallı darı genotipleri erken dönem yem örneklerinin %NDF oranlarına ait varyans analiz tablosu

VK	SD	KO	F
Tekerrür	1	40.502	5.7870
Dallı darı Genotipi	79	19.230	2.7477**
Hata	79	6.999	
Genel	159		
DK	%4.26		

** $p \leq \%1$ seviyesinde istatistiksel açıdan önemli

Çizelge 4.9. Dallı darı genotipleri erken dönem yem örneklerinin %ADF oranlarına ait varyans analiz tablosu

VK	SD	KO	F
Tekerrür	1	0.754	0.3781
Dallı darı Genotipi	79	15.743	7.900**
Hata	79	1.993	
Genel	159		
DK	%4.81		

** $p \leq \%1$ seviyesinde istatistiksel açıdan önemli

Çizelge 4.10. Dallı darı genotipleri erken dönem yem örneklerinin %ADL oranlarına ait varyans analiz tablosu

VK	SD	KO	F
Tekerrür	1	0.451	6.1040
Dallı darı Genotipi	79	3.368	45.553**
Hata	79	0.074	
Genel	159		
DK	%9.94		

** $p \leq \%1$ seviyesinde istatistiksel açıdan önemli

Varyans analiz sonuçları; dallı darı genotiplerinin erken fenolojik dönem biyokütle lignoselülozik yapısının, yüksek oranda genotipik etki altında olduğunu ortaya koymaktadır. Farklı genotiplere ait biyokütlenin %NDF, %ADF ve %ADL değerlerine uygulanan TUKEY çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.11’de görülmektedir.

Çizelge 4.11. Dallı darı genotiplerine ait erken fenolojik dönem yemin hücre duvarı lignoselülozik yapısı

Sıra No	USDA /ARS Bitki Tanımı	% NDF	% ADF	% ADL
2n=4x=36 Tetraploid Genotipler				
1	BN-8358-62	63.7 a**	29.4 a-e**	3.2 f-l**
2	BN-11357-63	49.0 b	18.3 g	1.3 s
3	BN-14668-65	62.8 a	31.6 a-c	2.9 h-q
4	BN-12323-69	64.1 a	31.2 a-d	1.9 j-s
5	KANLOW	63.8 a	31.8 a-c	2.0 i-s

6	AM-314/MS-155	61.2 a	30.2 a-d	1.9 k-s
7	WABASSO	59.9 a	26.8 a-f	2.6 i-s
8	STUART	59.4 a	27.0 a-f	3.1 f-o

Çizelge 4.11.(Devamı) Dallı darı genotiplerine ait erken fenolojik dönem yemin hücre duvarı lignoselülozik yapısı

Sıra No	USDA /ARS Bitki Tanımı	% NDF	% ADF	% ADL
9	ALAMO	62.1 a	30.0 a-d	1.9 k-s
10	PI 422016	66.9 a	31.3 a-c	3.2 f-k
11	T 2099	49.6 b	18.9 g	1.9 j-s
12	T2101	61.9 a	29.7 a-d	3.2 m-s
13	DACOTAH	59.1 a	22.3 e-g	1.8 i-s
14	GRIF 16969	59.3 a	28.0 a-f	2.2 o-s
15	WS4U	65.8 a	32.1 a-c	1.8 i-s
16	SUMMER	60.2 a	28.1 a-f	2.7 p-s
17	70 SG 016	61.7 a	29.8 a-d	1.7 j-s
18	70 SG 028	59.7 a	28.8 a-e	1.9 f-o
19	70 SG 029	60.7 a	29.0 a-e	3.1 i-s
20	70 SG 033	61.4 a	29.7 a-d	2.1 bc
21	70 SG 035	63.2 a	30.1 a-d	6.4 f-j
22	70 SG 042	62.3 a	27.4 a-f	3.3 i-s
23	70 SG 047	63.5 a	31.0 a-d	2.1 h-q
24	70 SG 049	60.6 a	21.5 fg	2.9 i-s
25	70 SG 072	61.2 a	28.2 a-f	2.4 p-s
26	70 SG 073	65.1 a	31.9 a-c	1.7 q-s
27	70 SG 074	63.4 a	28.9 a-e	1.6 i-s
28	70 SG 076	56.7 a	26.2 b-f	2.3 j-s
29	70 SG 080	60.7 a	28.1 a-f	1.9 o-s
30	70 SG 081	62.2 a	29.8 a-d	1.8 e-h
31	71 SG 004	62.9 a	28.2 a-f	4.1 a
32	71 SG 005	62.2 a	30.3 a-d	8.8 i-s
33	71 SG 006	58.3 a	28.9 a-e	2.5 h-p
34	71 SG 007	63.6 a	27.9 a-f	3.0 b
35	9064231	58.6 a	26.5 a-f	6.9 j-s
36	9086085	61.3 a	31.0 a-d	1.9 k-s
37	9086087	58.9 a	26.9 a-f	2.0 i-s
38	9086101	63.3 a	28.2 a-f	1.9 l-s
39	9086103	62.1 a	27.1 a-f	1.4 rs
40	9086104	66.3 a	32.9 ab	2.7 i-s
2n=8x=72 Oktoploid Genotipler				
1	BN-10860-61	64.6 a	30.2 a-d	2.0 i-s
2	196	64.0 a	33.1 ab	3.1 f-o
3	GRENVILLE	63.9 a	31.3 a-c	2.9 h-q
4	BN-8624-67	61.4 a	29.3 a-e	1.9 j-s
5	BN-18758-67	64.3 a	30.8 a-d	2.3 i-s
6	BN-309-69	64.6 a	32.6 a-c	2.7 i-s
7	CARTHAGE	64.0 a	31.1 a-d	3.0 g-p

8	PMT-785	63.0 a	30.6 a-d	2.2 ı-s
9	KY 1625	61.3 a	28.1 a-f	2.1 ı-s
10	CAVE-IN-ROCK	58.6 a	27.1 a-f	1.7 p-s
11	T2100	61.3 a	28.4 a-f	4.0 e-h

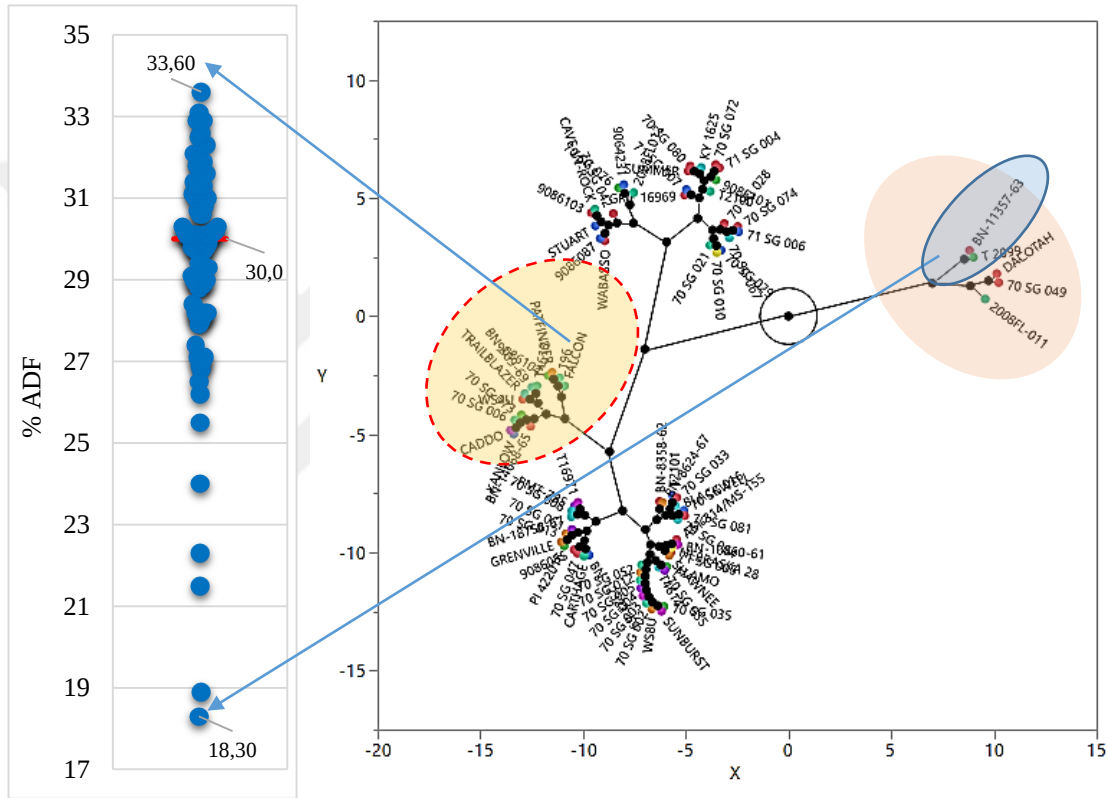
Çizelge 4.11.(Devamı) Dallı darı genotiplerine ait erken fenolojik dönem yemin hücre duvarı lignoselülozik yapısı

12	T4613	65.1 a	32.5 a-c	2.0 ı-s
13	T4614	61.5 a	29.9 a-d	4.8 de
14	T16971	62.2 a	30.6 a-d	2.8 h-r
15	CADDO	64.3 a	31.8 a-c	6.0 b-d
16	NEBRASKA 28	63.2 a	30.2 a-d	2.9 h-q
17	TRAILBLAZER	63.9 a	32.3 a-c	3.2 f-m
18	SHAWNEE	54.6 a	30.3 a-d	2.4 ı-s
19	SUNBURST	64.3 a	30.1 a-d	3.2 f-n
20	WS8U	60.9 a	30.1 a-d	2.4 ı-s
21	FALCON	65.7 a	33.6 a	3.2 f-m
22	PATFINDER	63.9 a	32.9 ab	2.3 ı-s
23	70 SG 002	63.0 a	30.1 a-d	1.9 j-s
24	70 SG 003	62.9 a	30.1 a-d	5.4 c-e
25	70 SG 004	62.9 a	30.1 a-d	2.2 ı-s
26	70 SG 005	65.2 a	30.1 a-d	2.6 ı-s
27	70 SG 006	66.6 a	31.8 a-c	2.9 h-q
28	70 SG 008	64.8 a	30.7 a-d	2.2 ı-s
29	70 SG 010	63.1 a	29.0 a-e	2.2 ı-s
30	70 SG 012	64.8 a	30.1 a-d	2.8 h-r
31	70 SG 013	65.8 a	31.3 a-c	2.0 ı-s
32	70 SG 021	62.9 a	29.1 a-e	1.6 p-s
33	70 SG 051	64.2 a	31.4 a-c	1.8 n-s
34	70 SG 052	62.1 a	30.1 a-d	1.7 p-s
35	70 SG 055	63.5 a	30.0 a-d	4.4 ef
36	70 SG 064	63.6 a	29.8 a-d	1.6 q-s
37	70 SG 067	63.0 a	28.9 a-e	1.8 o-s
38	BLACKWELL	61.1 a	29.7 a-d	4.4 e-g
39	2008FL-011	59.0 a	24.0 d-g	2.1 ı-s
40	2008FL012	58.1 a	25.5 c-g	3.3 f-ı

**) Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen genotip ortalamaları Tukey testine göre, $P \leq 0.01$ hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

İncelenen dallı darı erken dönem yem örneklerinin NDF içerikleri genotiplere bağlı olarak %49.0 ile %66.9 aralığında değişmiştir (Çizelge 4.11). Dallı darı biyokütlesinin biyoenerji hammaddesi olarak kullanımında bu oranların yüksekliği aranan özellik iken, yem amaçlı kullanımda ise yüksek sindirim açısından düşük olması beklenir. Bu açıdan en düşük ortalamaların saptandığı BN-11357-63 ve T 2099 genotiplerinin yemin sindirilebilirliği açısından ön plana çıktıklarını söylemek

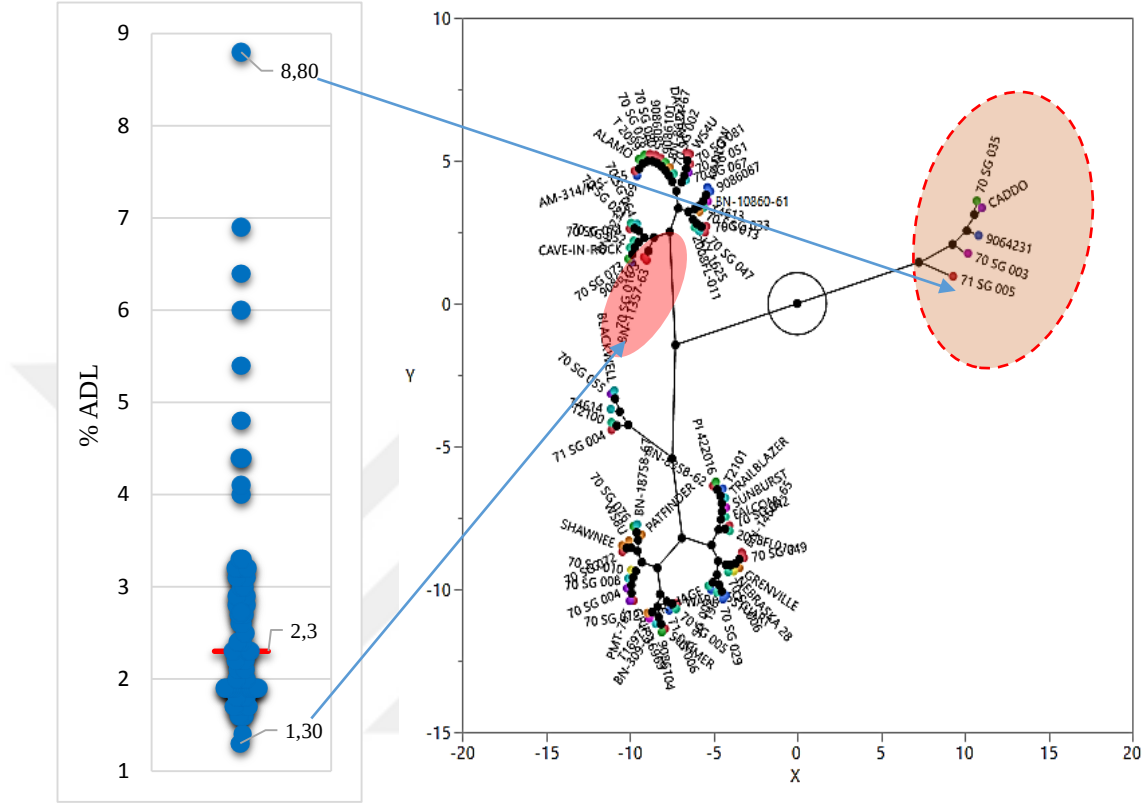
yapıda bulundukları belirlenmiştir. Şekil 4.12’de görüleceği üzere 70 SG 049, Dacotah ve 2008FL-011 dallı darı genotipleri de en düşük ortalamalar ile benzeşen ADF içerikleri ortaya koymuş ve kümeleme grafiğinde aynı dal üzerinde yer almışlardır. Oktoploid formdaki bir yayla ekotipi olan Falcon en yüksek ADF içeriğine sahip genotip olarak belirlenmiştir. Ancak aynı ploidi düzeyi ve ekotipik yapıya sahip olan 196 ve Pathfinder genotipleri ile tetraploid, ova ekotipi olan 9086104 de en yüksek ADF ortalamasının yer aldığı istatistiksel grupla benzeşen bölgede yer almışlardır.



Şekil 4.12. Dallı darı genotiplerinin erken fenolojik dönem biyokütlesi %ADF içeriklerine bağlı dağılım ağacı

Çizelge 4.11’de sunulan lignoselülozik yapı ile alakalı ortalamalar incelendiğinde, yem amaçlı erken dönem hasat edilen dallı darı genotiplerine ait otun ADL içeriklerinin %1.3 ile %8.8 aralığında değiştiği görülmektedir. Gerek biyoenerji gerekse yem amaçlı hasat edilmiş olan biyokütle hücre duvarı lignin içeriği, yapısal karbonhidratları bağlaması açısından son derece önem taşımaktadır. Bu amaçla her iki kullanım için biyokütlerde düşük lignin içeriği istenen bir özellik durumundadır. Yem amaçlı hasat örneklerinde $2n=4x=36$ yapılı, yayla tipi BN-11357-63 en düşük lignin içeriği ile ön plana çıkan yemi üretmiştir. Ova ekotipi, tetraploid bir dallı darı genotipi olan 9086103

için saptanan %1.42 ADL içeriği ise en düşük ortalama ile en çok benzeşen değer olarak kaydedilmiştir.



Şekil 4.13. Dallı darı genotiplerinin erken fenolojik dönem biyokütlesi %ADL içeriklerine bağlı dağılım ağacı

Zira Şekil 4.13 incelendiğinde çok sayıda diğer genotipin de bu ortalamalar ile benzeşen değerler oluşturarak, aynı dal üzerinde kümelandikleri görülmektedir. Erken fenolojik dönem biyokütlesi lignin içeriği en yüksek dallı darı genotipi, Kuzey Dakota orijinli, tetraploid yapılı bir yayla ekotipi olan 71 SG 005 olmuştur. 9064231, 71 SG 035 ve Caddo genotipleri ise sonraki en yüksek ortalamaların saptandığı genotipler olmuş, aynı istatistiksel grupta yer almamalarına rağmen, Şekil 4.13’de görüldüğü gibi en yüksek ADL içeriğine sahip genotiple en çok benzeşen yem grubu olarak kümelenmişlerdir.

Bitki biyokimyasal yapısı ve farklı metabolitlerin birikimi üzerinde etkili olan çok sayıda parametreden söz etmek mümkündür. Çalışılan organizmanın genetik kodları bu yapının nasıl şekilleneceğini ortaya koyan temel faktördür. Nitekim araştırmamız kapsamında incelenen genotiplerin çok farklı lignoselülozik yapı ortaya koyarak,

dağılım grafiklerinde gördüğümüz ayrışmaları bu temel faktörün sonucudur. Ancak çevresel faktörler genetik kodların ifadesi yani fenotipe yansımaları üzerinde son derece önemlidir. Nitekim Soylu ve ark. (2010)'nin karasal iklim koşullarında ticari dallı darı çeşitleri ile yürüttükleri çalışmada lignoselülozik yapı için elde ettikleri veriler, Akdeniz ekolojik koşullarında aynı genotipler için saptadığımız biyokimyasal içeriklerden önemli derecede farklı bulunmuştur. Örneğin araştırmacılar Alamo çeşidinde ADF, NDF ve ADL oranlarını 2. yıl biyokütlesi için sırası ile %74.6, %42.5 ve %14.2 olarak bildirmişlerdir. Oysa çalışmamızda aynı çeşit için bu oranlar %62.1, %30.0 ve %1.9 oranında saptanmıştır. Benzer sonuçlar diğer bazı genotipler için de aynı şekilde kaydedilmiştir. Akdeniz ekolojisi daha düşük oranda yapısal karbonhidrat birikimine neden olmuş, lignifikasyon daha az gerçekleşmiştir. Zira Akdeniz iklim kuşağı hızlı büyümenin teşvik edildiği, dolayısıyla depo karbonhidratların birikiminin daha az gerçekleştiği bir ortam sunmaktadır. Bununla birlikte karasal kuşaktaki solunum kayıplarının daha az olması karbonhidrat depolanması konusunda teşvik edici unsur olmaktadır. Nitekim Kandel ve ark. (2013) 25 °C'nin üzerindeki sıcaklık uygulamalarında biyokütle selüloz, hemiselüloz ve lignin birikimlerinin, oranları kullanılan çeşitlere göre değişmekle birlikte azalmaya başladığını, bu azalışın hem yaprak ve hem de sap hücre duvarlarında belirlendiğini bildirmişlerdir.

Ancak çalışmalar arasındaki farklılıklar üzerinde önemli etkenlerden birisi ve en önemlisi de hasat zamanı farklılıklarıdır. Butkutė ve ark. (2013), dallı darı lignoselülozik yapısı açısından hasat zamanının çok önemli olduğunu bildirmektedir. Nitekim Soylu vd. (2010) dallı darı hasadını %50 çiçeklenme döneminde yaptıklarını bildirmişlerdir. Dolayısıyla farklı hasat dönemlerinde biçilen biyokütlelerden farklı biyokimyasal içerik elde edilmesi beklenen bir durumdur. Nitekim dallı darı biyokütle hasadını erken fenolojik dönemde yapan Majtkowski ve ark. (2009) yem örneklerinin NDF ve ADF içeriklerini sırası ile %65.57, %33.49 olarak belirlemişlerdir. Sonuçların pek çok genotip için araştırma bulgularımızla uyum içinde olduğunu söylemek mümkündür. Bélanger ve ark. (2012) ise dallı darı hasadının temmuz ayından eylül ayına ötelenmesinin in vitro sindirilebilirliği %72'den %58'e düşürdüğünü ve böylece yem kalitesinin azaldığını vurgulamışlardır.

Sayılan tüm bu faktörlerin yanı sıra, yem miktarı ve kaliteyi belirleyen unsurlar arasında tarımsal uygulamaları ve özellikle de buğdaygillerin azotla gübrelenmesini göz

önünde bulundurmak gerekmektedir. Zira azot buğdaygilleri vejetatif tutan etkisi ile sindirimi daha yüksek yem oluşumunu teşvik edebilmektedir. Bu açıdan farklı çalışmalar arasında özellikle de sindirilebilirlik değerleri açısından çok farklı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir.

Moleküler genetik biliminin gelişmesi ile metabolitlerin biyosentezi konularında önemli bulgular ortaya konmuş ve bu bulguların ıslaha yansıtılması ile de biyoenerji ve yem tipi dallı darı üretimleri gerçekleştirilebilmiştir. Bu çalışmalarda hücre duvarına sertlik ve kompakt bir yapı kazandıran kararlı bir biyopolimer olan lignin biyosentez mekanizması ön plana çıkmış ve lignin içeriği düşük transgenik dallı darı fideleri üretilmiştir (Chen vd., 2006; Shen vd., 2012; 2013). Wu ve ark. (2016) dallı darı genomlarında, tam uzunluklu 35 SPL tanımladıklarını, PvSPL₂ aktivitesinin biyokütle verimini artırırken, hücre duvarında lignin birikim oranını azalttığını ifade etmişlerdir. Ancak lignin bitki için aynı zamanda bir savunma mekanizmasıdır. Dolayısıyla bu tarz bitkilerde farklı amaçlar açısından kalite artıyorken ekolojik faktörlere karşı bir hassasiyet oluşması önemli bir sorun haline gelmiştir (Limayem ve Ricke, 2012). Bu açıdan biyokütle yem veya biyoenerji kalitesini arttırmak açısından çevre dostu ve doğada mevcut birtakım mikroorganizmalarla ön muamelesi son yılların popüler konuları haline gelmiştir. Beyaz küf mantarı (*Phanerochaete chrysosporium*) bu konuda ümitvar sonuçlar vermektedir. *Phanerochaete chrysosporium* mangan peroxidaz (MnP) ve lignin peroxidaz (LiP) gibi lignini parçalayan lignolitik enzimler üretmekte ve daha çok çözünebilir şeker oluşumunu sağlamaktadır (Bak vd., 2009). Doğada benzer fonksiyona sahip ve etkinlikleri farklı biyoküteller üzerinde test edilmiş olan farklı mikroorganizma türleri, farklı araştırmacılar tarafından da rapor edilmiş durumdadır.

4.2.3. Dallı darı erken dönem biyokütlesi protein içeriği (%)

İncelenen dallı darı koleksiyonunu oluşturan genotiplerin, yem amaçlı, erken fenolojik dönem yem örneklerinin ham protein içeriklerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’de sunulmuştur.

Çizelge 4.12. Dallı darı genotiplerine ait erken fenolojik dönem yemin protein içerik değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları

VK	SD	KO	F
Tekerrür	1	4.566	9.393
Dallı darı Genotipi	79	9.530	19.605**
Hata	79	0.486	
Genel	159		

DK	%6.75		
----	-------	--	--

*** $p \leq 1\%$ seviyesinde istatistiksel açıdan önemli*

Varyans analiz sonuçları; dallı darı genotiplerinin erken fenolojik dönem biyokütle protein oranlarının yüksek oranda genotipik etki altında olduğunu ortaya koymaktadır. Farklı genotipler için saptanan ham protein içeriklerine uygulanan TUKEY çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.13’de görülmektedir.

Çizelge 4.13. Dallı darı genotiplerine ait erken fenolojik dönem yemin protein içerikleri

Sıra No	USDA /ARS Bitki Tanımı	Protein Oranı (%)
2n=4x=36 Tetraploid Genotipler		
1	BN-8358-62	9.5 g-x
2	BN-11357-63	9.8 f-w
3	BN-14668-65	7.8 n-x
4	BN-12323-69	7.9 m-x
5	KANLOW	6.4 wx
6	AM-314/MS-155	6.6 t-x
7	WABASSO	11.7 c-l
8	STUART	10.1 e-u
9	ALAMO	6.6 u-x
10	PI 422016	7.8 n-x
11	T 2099	7.7 o-x
12	T2101	8.8 k-x
13	DACOTAH	10.7 d-r
14	GRIF 16969	10.3 e-s
15	WS4U	10.1 e-v
16	SUMMER	13.3 a-e
17	70 SG 016	10.9 d-q
18	70 SG 028	8.8 k-x
19	70 SG 029	10.2 e-t
20	70 SG 033	11.3 c-n
21	70 SG 035	11.2 c-o
22	70 SG 042	13.0 a-h
23	70 SG 047	10.0 e-v
24	70 SG 049	11.8 c-l
25	70 SG 072	11.7 c-l
26	70 SG 073	8.7 k-x
27	70 SG 074	11.5 c-l
28	70 SG 076	16.3 ab
29	70 SG 080	11.4 c-m
30	70 SG 081	13.2 a-f
31	71 SG 004	11.1 c-p
32	71 SG 005	12.8 b-ı
33	71 SG 006	16.3 a
34	71 SG 007	12.2 c-k

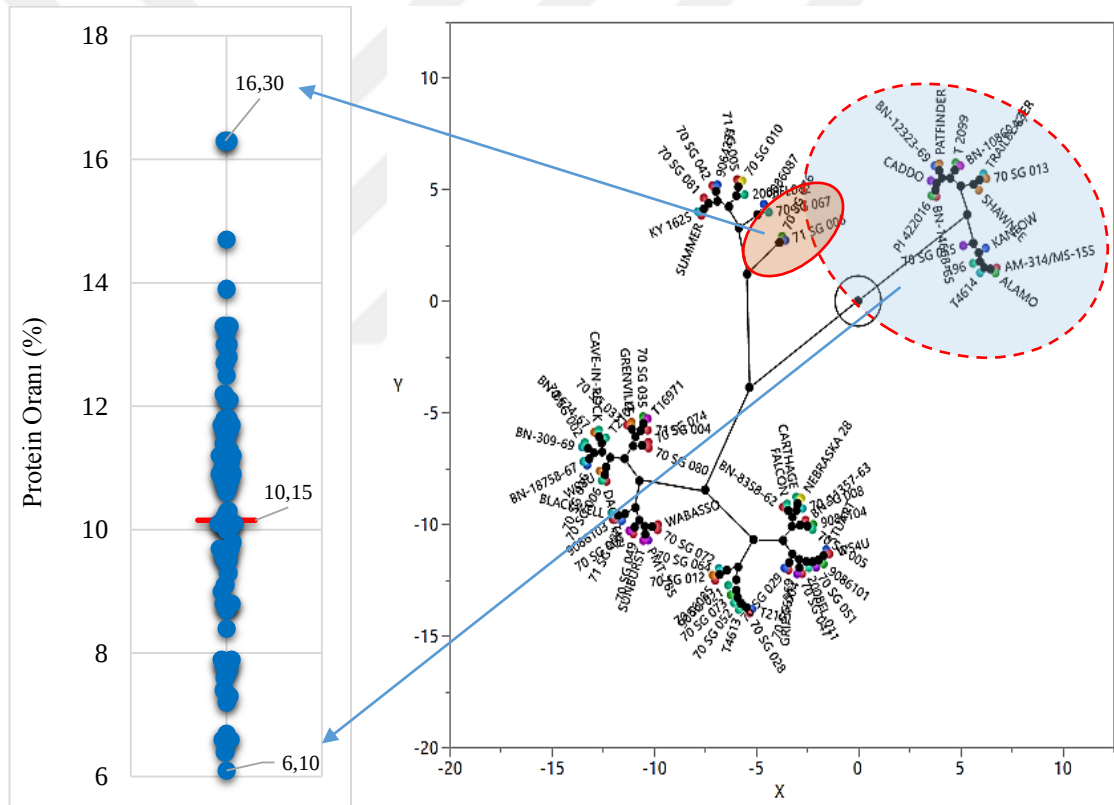
35	9064231	13.0 a-g
36	9086085	9.1 j-x
37	9086087	14.7 a-c
38	9086101	10.1 e-u
39	9086103	12.1 c-k
40	9086104	9.7 f-w

Çizelge 4.13. (Devamı) Dallı darı genotiplerine ait erken fenolojik dönem yemin protein içerikleri

2n=8x=72 Oktoploid Genotipler		
1	BN-10860-61	7.6 p-x
2	196	6.7 t-x
3	GRENVILLE	11.27 c-o
4	BN-8624-67	11.0 d-p
5	BN-18758-67	10.9 d-q
6	BN-309-69	10.8 d-r
7	CARTHAGE	9.6 g-x
8	PMT-785	11.6 c-l
9	KY 1625	13.3 a-e
10	CAVE-IN-ROCK	11.0 d-p
11	T2100	11.0 d-p
12	T4613	8.8 k-x
13	T4614	6.6 v-x
14	T16971	11.2 c-o
15	CADDO	7.8 m-x
16	NEBRASKA 28	9.6 g-x
17	TRAILBLAZER	7.3 r-x
18	SHAWNEE	7.4 q-x
19	SUNBURST	11.6 c-l
20	WS8U	10.6 d-s
21	FALCON	9.5 h-x
22	PATFINDER	7.9 m-x
23	70 SG 002	10.8 d-r
24	70 SG 003	11.8 c-l
25	70 SG 004	10.0 e-w
26	70 SG 005	9.7 f-w
27	70 SG 006	10.7 d-s
28	70 SG 008	9.6 g-x
29	70 SG 010	12.7 c-i
30	70 SG 012	9.0 j-x
31	70 SG 013	7.2 s-x
32	70 SG 021	8.4 l-x
33	70 SG 051	10.1 e-u
34	70 SG 052	8.8 k-x
35	70 SG 055	6.1 x
36	70 SG 064	9.3 i-x
37	70 SG 067	13.9 a-d
38	BLACKWELL	12.1 c-k
39	2008FL-011	10.1 e-v
40	2008FL012	12.5 c-j

****) Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen genotip ortalamaları Tukey testine göre, $P \leq 0.01$ hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.*

Yem kalitesinden söz ederken yemin yüksek protein içeriği kabul gören ilk parametrelerden birisi olmaktadır. İncelenen dallı darı otunun ham protein içerikleri genotiplere bağlı olarak %16.38 ile %6.1 arasında değişim göstermiştir. Bu kalite parametresi açısından tetraploid yapıdaki, Kuzey Dakota orijinli, yayla ekotipi olan 71 SG 006 en yüksek içeriğe sahip genotip olarak belirlenmiştir. Ancak aynı orijin, ekotipik yapı ve ploidisi düzeyindeki 70 SG 076 genotipi için saptanan %16.3 oranındaki protein içeriğinin bu ortalama ile benzeştiği görülmüştür. İncelenen diğer bazı genotiplerin bu ortalamalardan farklılaşmakla beraber ward metodu ile oluşturulan hiyerarşik kümeleme ağacında birbirine yakın gruplandıkları saptanmıştır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Dallı darı genotiplerinin erken fenolojik dönem biyokütlesi % protein içeriklerine bağlı dağılım ağacı

En yüksek protein içeriğinin saptandığı genotip ile aynı orijin merkezi ve ekotipik yapıda ancak oktaploid formdaki 70 SG 055 genotipi için saptanan protein oranı değerinin ise incelenen koleksiyon içindeki en düşük ortalama olduğu kaydedilmiştir. Bununla birlikte Kansas orijinli, ova ekotipi olan Kanlow ticari çeşidi için saptanan %6.4 oranındaki protein içeriği ile benzer istatistiksel gruplarda yer almışlardır. Şekil

4.14 incelendiğinde, araştırmamız kapsamında yem kaliteleri açısından değerlendirmeye aldığımız ve biyoenerji amaçlı kullanımda Kanlow gibi ön plana çıkmış olan Alamo, Trailblazer, Patfinder, Shawnee ve Caddo gibi ticari çeşitlerin tamamının aynı bölgede kümелendikleri görülmektedir. Benzer şekilde Çelikleş ve ark. (2017) tarafından tamamlanan proje kapsamında biyoetanol verimleri açısından ümitvar olarak değerlendirilen diğer bazı genotiplerin de düşük protein içeriklerinin kümелendiği dal üzerinde oldukları görülmektedir. Biyoenerji amaçlı çeşit ıslahı çalışmalarında amaç yüksek oranda yapısal ve yapısal olmayan karbonhidrat birikimi olduğundan, protein içerikleri açısından göz ardı edilmiş olmaları doğaldır. Bununla birlikte çalışmamızın sonraki bölümlerinde de görüleceği üzere biyokütle NDF ve ADF içerikleri ile protein oranları arasında negatif korelasyon saptanmıştır. Dolayısıyla biyoenerji amaçlı tarımı yaygın olarak yapılmakta olan, yapısal karbonhidratlarca zengin bu çeşitlerin protein içeriklerinin düşük saptanması beklenen bir durumdur.

Can ve ark. (2007) Amik Ovası koşullarında, bölge iklims mera vejetasyonunda bulunan bazı buğdaygil yembitkisi tür ve çeşitleri için otlatma olgunluğu dönemi protein oranlarının, %5.9 ile %12.9 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar en düşük protein oranını *Phleum pratense* türü için saptarken en yüksek ortalamayı *Bromus inermis* türünün Leif ticari çeşidinde belirlemişlerdir. Bu açıdan araştırmamız kapsamında saptanan ve genotiplere bağılı olarak %6.1-16.3 arasında değişim gösteren protein oranlarının, bu ekoloji için yeni olan bir tür adına oldukça ümitvar olduğunu söylemek mümkündür.

Bals ve ark. (2007) mayıs ayında hasat ettikleri Alamo çeşidi biyokütlesi için protein oranını %7.3 olarak bildirmiştir. Aynı fenolojik dönemde hasat ettiğimiz bu çeşitten araştırmamız kapsamında elde edilen %6.6 oranındaki protein oranının literatür bildirişi ile benzeştiği görülmektedir. Majtkowski ve ark. (2009) vejetatif dönem dallı darı otunun protein içeriğini %13.90 olarak bildirmişlerdir. Ancak araştırmacılar başaklanma başlangıcındaki yemde bu oranın önemli bir düşüşle %7.95'e gerilediğini vurgulamışlardır. Buğdaygil yembitkilerinde erken dönem yem miktarının düşük ancak kalitesinin yüksek olduğu bilinen bir durumdur. Dolayısıyla yem kalitesi üzerinde hasat zamanının önemli bir etkisi söz konusudur. Benzer şekilde Rogers ve ark. (2012) Blackwell çeşidinin Mayıs ve Ağustos aylarındaki hasatları için ham protein oranlarını sırasıyla %12.7 ve %7.5 olarak bildirmişlerdir. Aynı çeşit için vejetatif dönem

hasadında saptadığımız %12.1 protein oranının bildirilen sonuç ile son derece uyumlu olduğu görülmektedir. Bobbitt (2014), 4 farklı dallı darı popülasyonunda erken dönem hasatları için protein oranlarını %10.3-10.8, geç dönem hasadında ise %8.1-8.6, arasında belirlemiştir. Bitki biyokimyasal kompozisyonu üzerindeki genotipik etki araştırma sonuçlarımızla da ortaya konulmuş durumdadır. Dolayısıyla genetik kodlarda yapılacak olan değişikliklerin, yem kalitesi gibi fenotipik özelliklerde önemli yansımaları olacaktır. Nitekim Fu ve ark. (2012), bitkilerde apikal dormansi ve generatif döneme geçişleri düzenleyen miR156 geninin ifadesinin sağlandığı transgenik dallı darı bitkilerinde, %58 ile %101 oranında biyokütle artışının yanı sıra çözünebilir şeker ve yem sindirilebilirliğinin de önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Dolayısıyla bu tarz çalışmalar açısından büyük popülasyonların taranarak gen havuzundan farklı amaçlara uygun üstün özelliklerin seleksiyonuna dönük çalışmalar büyük önem kazanmaktadır.

4.3. Yem amaçlı üstün dallı darı genotiplerinin seleksiyonu

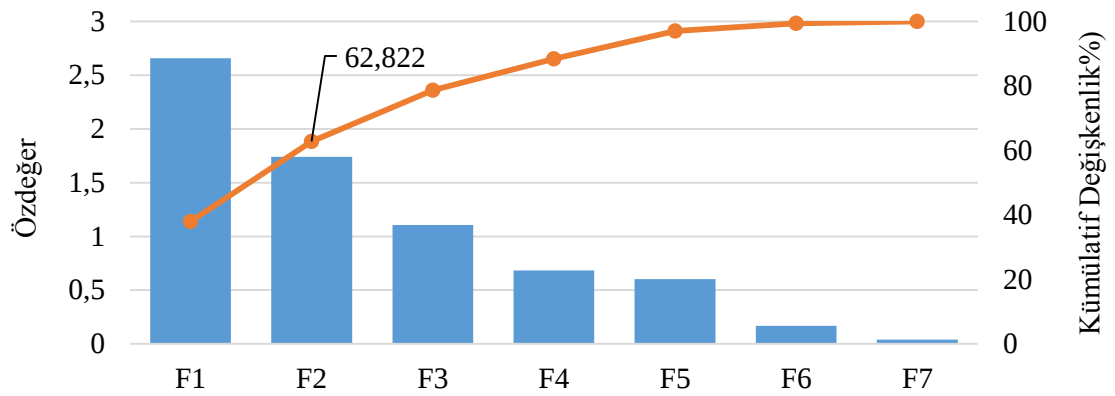
Yüksek verim ve besleme kalitesi açısından üstün dallı darı genotiplerinin seçimi amacıyla, verim ve kalite parametrelerine ait verilere temel bileşenler analizi (PCA) uygulanmıştır. Analiz sonucu oluşan özdeğer (eigenvalue) sonuçları Çizelge 4.14 ve Şekil 4.15’de, özyöney (eigen vector) sonuçları ise Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Dallı darı genotipleri yem amaçlı kullanım parametreleri açısından temel bileşenler analizi özdeğer tablosu

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Özdeğer	2,657	1,741	1,106	0,684	0,604	0,169	0,039
Değişkenlik (%)	37,952	24,870	15,807	9,774	8,627	2,408	0,563
Kümülatif %	37,952	62,822	78,629	88,402	97,029	99,437	100,000

Temel bileşenler analizi özdeğer tablosu incelendiğinde, faktör (F) 1, 2 ve 3’ün özdeğerlerinin 1’in üzerinde olduğu görülmektedir. Şekil 4.15’de kırılma noktasının faktör 2’de başladığı görülmektedir. Dolayısıyla popülasyondaki varyasyonu açıklama F1 ve F2’nin yeterli olacağı değerlendirilmiştir. Bu iki faktörün, toplam varyasyonun %62.82’ni açıkladığı görülmektedir.

Özyöney tablosu faktör 1 (F1) için dallı darı genotipleri yaş ot verimi ve faktör 2 (F2) için biyokütle NDF içeriğinin değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.



Şekil 4.15. Temel bileşen faktörleri öz değerlerine dayalı olarak oluşturulan çizgi grafiği.

Çizelge 4.15. Dallı darı genotipleri yem amaçlı kullanım parametreleri açısından temel bileşenler analizi özyöney tablosu

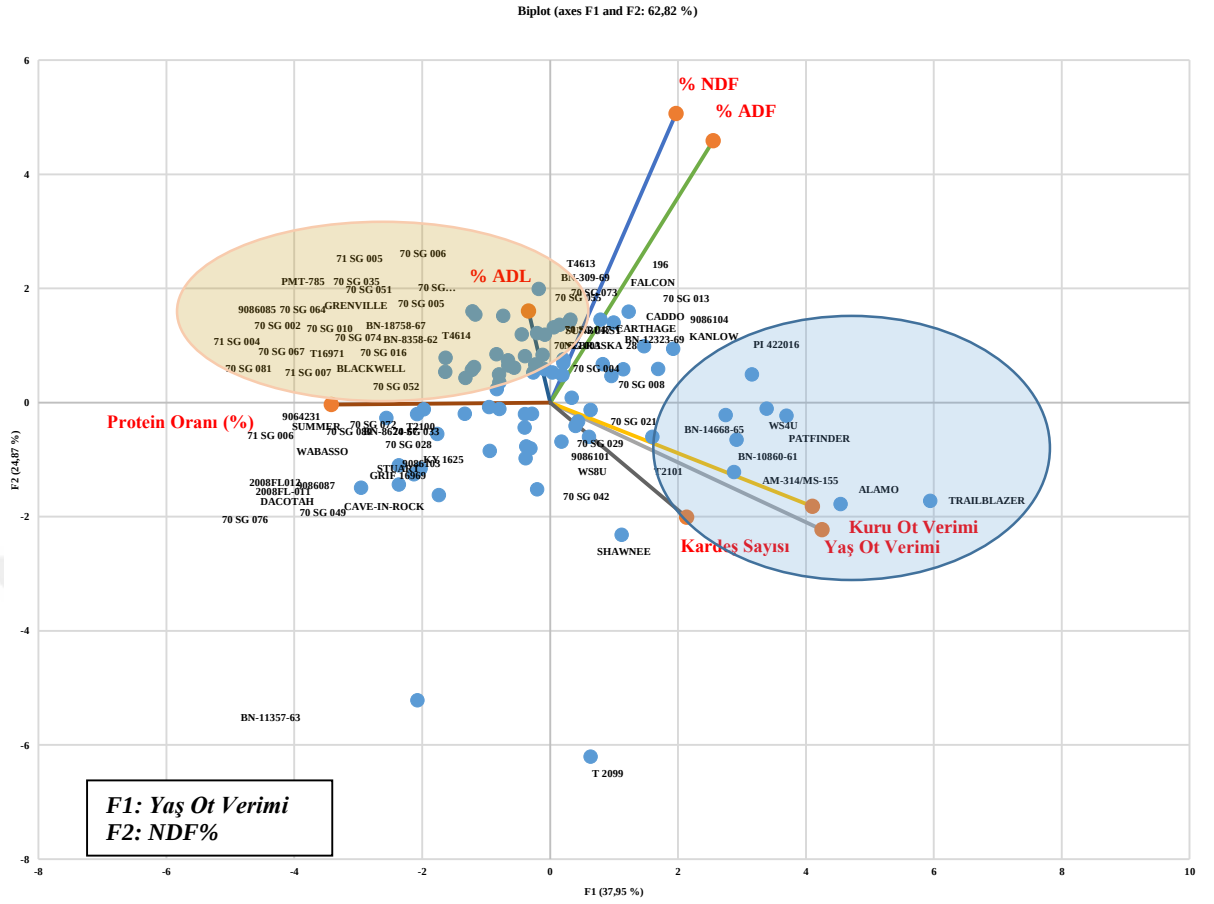
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Yaş Ot Verimi	0,542	-0,284	-0,018	-0,245	0,148	0,182	-0,714
Kuru Ot Verimi	0,522	-0,232	-0,098	-0,432	0,201	-0,117	0,651
% NDF	0,251	0,645	-0,106	-0,036	0,177	-0,665	-0,185
% ADF	0,325	0,584	0,037	0,200	0,175	0,677	0,153
% ADL	-0,043	0,205	0,805	-0,492	-0,258	0,015	-0,015
Protein Oranı (%)	-0,436	-0,005	0,099	-0,245	0,856	0,071	-0,052
Kardeş Sayısı	0,272	-0,256	0,565	0,641	0,278	-0,218	0,076

Yem amaçlı biyokütle değerlendirmelerinde biyokütlenin verimi, sindirilebilirliği ve hayvan tarafından alım, yani hayvansal performansa yansıma değerleri önemli parametreler olmaktadır. Bu açıdan incelediğimiz dallı darı genotiplerinde de yüksek verimin yanı sıra, sindirilebilirliğin göstergelerinden olan ADF, NDF ve ADL içeriklerinin düşüklüğü ile yüksek hayvansal performans göstergelerinden olan protein oranının yüksekliği genotiplerde aradığımız seleksiyon kriterleri olacaktır.

Ancak incelediğimiz 80 genotiplik koleksiyon açısından ortaya çıkan değerler tüm bu sayılanları tek bir genotipte toparlamanın mümkün olmadığını ortaya koymaktadır. Çizelge 4.15’de varyasyonun önemli bir bölümünü açıklayan F1 sütununda verim, ADF ve NDF’yi bir arada toparlamak mümkün görünürken, ADL ve Protein içeriklerinin özyöney değerleri açısından negatif yönde bulundukları görülmektedir.

Şekil 4.16’da sunulan biplot analiz grafiğinde F1 eksenini dallı darı genotiplerine ait yaş ot verimlerini, F2 eksenini ise aynı genotiplere ait biyokütlelerin NDF içerikleri ile oluşturmuştur. F1 ekseninde pozitif yönde ilerledikçe, daha yüksek yem verimine sahip genotipler sıralanmaktadır. F2 ekseninde de aynı şekilde pozitif ekseninde yüksek NDF içeriğine sahip genotipler sıralanmıştır. Dolayısıyla F1 pozitif ve F2 negatif yöney yüksek verim ve sindirilebilirlik açısından selekte edilebilecek genotipleri içermektedir. Şekil 4.16’da tarif edilen bölgede daire içerisindeki genotiplerin bu karakterde olduklarını söylemek mümkün ise de protein içerikleri açısından üstün bireyleri yansıtmadığı aşikârdır. Yine aynı bölge lignin içeriği açısından da istenilen genotipleri seçme şansı sunmamaktadır. F2 ekseninde pozitif yönde kümelenen ve daire içerisine alınmış olan genotipler, protein içeriği yüksekliği açısından avantajlı olan genotiplerdir. Çizelge 4.15 genotiplerde hedeflenenin yüksek protein içeriği olması durumunda F5’e kadar gitmek gerektiğini ve buna göre biplot grafiği oluşturmak gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak mevcut dallı darı koleksiyonu içerisinde her yönü ile yem amaçlı bir seleksiyon yapabilmenin mümkün olmadığı, bir özelliği seçerken diğerinden feragat etmek gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle içerikten ziyade toplam sindirilebilir madde ve protein verimlerini ortaya koymak daha doğru bir yaklaşım olacaktır. İstenen tüm iyi karakterlerin tek bir bireyde toparlanabilmesi ise uzun soluklu ıslah çalışmaları ile ortaya konulabilecektir. Bu açıdan popülasyonu tanımlayıcı bu tarz çalışmaların rehberliği, uygun ebeveyn/gen kaynağı seçimi açısından son derece önemlidir.



Şekil 4.16. Dallı darı genotipleri erken fenolojik dönem yem parametreleri için temel bileşenler analizi biplot dağılım grafiği

4.4. Çekirdek DNA Miktarının Erken Dönem Yem Kalitesine Etkisi

Dallı darı erken fenolojik dönem yem örneklerine ait yem kalite parametrelerinin o genotipe ait çekirdek DNA içeriğinden ne derece etkilendiği, özellikler arası korelasyon analizi ile ortaya konulmuştur. Oluşan korelasyon katsayıları Çizelge 4.16’da görülmektedir.

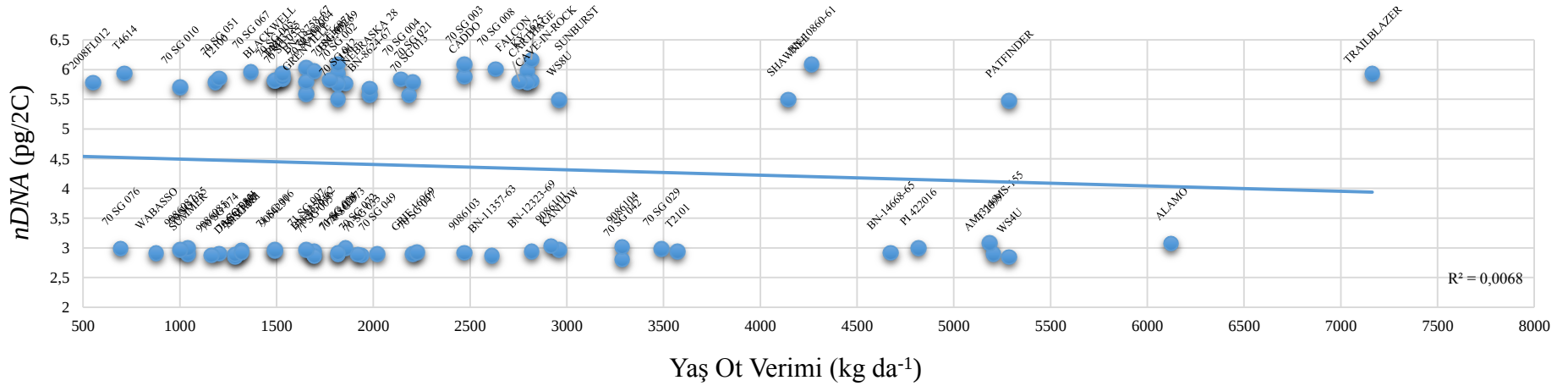
Pearson korelasyon analizi çekirdek DNA içeriği ile dallı darı kardeş sayısı ve biyokütlenin NDF, ADF ve ADL içerikleri arasında pozitif zayıf bir korelasyon olduğunu ortaya koymaktadır. Öte taraftan biyokütle verimi ile protein oranının ise çekirdek DNA içeriği ile negatif yönde ilişkisi saptanmıştır. Dolayısıyla araştırmamız kapsamında sapa kalkma öncesi hasat edilen yem örneklerinin artan çekirdek DNA içeriklerine bağlı olarak, başka bir ifade ile oktoploid bireylerin, yem verimi ve protein içeriklerinde düşüş olduğunu söylemek mümkündür. Ancak ilgili çizelge ve grafikler incelendiğinde, korelasyon katsayılarının çok düşük olduğu ve bu nedenle bahse konu

Çıkarımın yüksek oranda gerçekleşmeyeceği ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte Yue ve ark. (2017) tetraploid ve oktoploid dallı darı genotipleri arasında bariz farklılıklar saptamışlardır. Araştırmacılar tetraploid yapıdaki Alamo, Kanlow ve Ranlow dallı darı çeşitlerini antimitotik ajan kolkisin ile poliploidleştirerek oktoploid forma dönüştürmüş ve yaptıkları gözlemlerde, oktoploid bireylerin daha kısa boylu ve az sayıda kardeş ürettiklerini dolayısıyla biyokütle miktarının azaldığını belirlemişlerdir. Araştırma bulguları, ekirdek DNA miktarı ile biyokütle arasındaki negatif korelasyon olduğu sonucumuzu destekler niteliktedir. Ancak kardeş sayısı ile ilgili saptamalarımız uyuşmamaktadır. Araştırmaların yürütüldüğü koşullar arası farklılıkların bulgular arasında varyasyonlar oluşturması mümkündür. Zira kardeş sayısını belirleyici en önemli unsurlardan birisi ekim normudur. Dolayısıyla farklı sıklıktaki ekimlerde farklı tarımsal veriler elde edilmesi beklenen bir durumdur. Bununla birlikte kalite ve verim üzerinde etkili olan iklim, toprak, hastalık ve zararlı gibi çok sayıda ekolojik faktörden söz etmek de olasıdır. Ancak aynı ekolojik koşullarda yetiştirilen bireyler arasında belirlenen farklılığın genetik yapı ile alakalı olduğunu düşünmek yanlış olmayacaktır. Drobná ve Jancovic (2006), ayır ėl için bu sayılan faktörlerin yanı sıra erkenciliğin önemli bir kalite belirleyici unsur olduğunu vurgulamış ve bunu ortaya koyanın da genetik yapı ve ploidy seviyesi farklılıkları olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.16. Çekirdek DNA miktarı ile dallı darı erken fenolojik dönem yem miktar ve kalite parametreleri arası korelasyon (*pearson*) matriksi

Değişkenler	<i>n</i> DNA	Yaş Ot Verimi	Kuru Ot Verimi	NDF	ADF	ADL	Protein Oranı	Kardeş Sayısı
<i>n</i> DNA	1							
Yaş Ot Verimi	-0,015	1						
Kuru Ot Verimi	-0,035	0,925	1					
NDF	0,376	0,236	0,285	1				
ADF	0,340	0,343	0,276	0,775	1			
ADL	0,171	-0,052	-0,075	0,090	0,111	1		
Protein Oranı	-0,156	-0,483	-0,422	-0,364	-0,521	0,087	1	
Kardeş Sayısı	0,185	0,250	0,139	-0,122	0,046	0,244	-0,169	1

Values in bold are different from 0 with a significance level alpha=0,05



Şekil 4.17. Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak erken fenolojik dönem yaş ot verimindeki değişim

Araştırmacılar bulgularımızın tersine tetraploid çayır üçgülünün diploitlere kıyasla daha yüksek protein oranı, suda çözünabilir karbonhidrat, potasyum ve fosfor içeriklerine sahip olduklarını, ayrıca daha düşük lif oranları ortaya koyduklarını ifade etmektedirler. Oysa araştırma sonuçlarımız dallı darı için tam tersi bir eğilim ortaya koymakta ve artan ploidy düzeylerinde yem kalitesi azalmaktadır. Zira sindirimin ifadesi olan NDF, ADF ve ADL oranları çekirdek DNA miktarının artışı ile artmakta, protein oranı ise azalmaktadır. Ancak birisi baklagil diğeri ise buğdaygil olan iki farklı tür arasında böylesi farklılıkların oluşması da olası bir durumdur. Glowacka ve ark. (2009) tetraploid ve hexaploid *Miscanthus* türlerinin soğuk ve kuraklık stresine dayanımlarının diploitlere kıyasla daha yüksek olduğunu vurgulamaktadırlar. Bu durum, artan ploidy düzeylerinde, lignoselülozik yapıdaki oransal artış şeklindeki bulgumuzu desteklemektedir. Zira büyük çoğunluğu oktoploid olan yayla ekotiplerin, daha ekstrem koşullara adapte olduğu bilinmektedir. Lignin başta olmak üzere diğer yapısal karbonhidratlar ise farklı stres etmenlerine karşı, biyokütlenin en önemli doğal savunma elemanları olarak birirmektedirler (Limayem ve Rieke, 2012). Dolayısıyla uzun yıllar içerisinde, bulundukları habitatlarında doğal seleksiyonla yaşam şansı bulmuş olan bu bireylerin, genetik yapılarının da bu yönde evrildiğini söylemek mümkündür. Nitekim Missaoui ve ark. (2006) dallı darı türünde ekotiplere bağlı olarak zaman içerisinde iki farklı sitotip geliştiğini vurgulamışlardır.

4.5. Dallı darı Erken Dönem Yem Verim ve Kalitesi Üzerine Ekotipik Etki

Dallı darı erken fenolojik yem verim ve kalitesinin, dallı darı genotipleri arasındaki ekotipik farklılıktan ne ölçüde etkilendiği, ekotipin tek faktör (varyasyon kaynağı) olarak değerlendirildiği bir varyans analizi ile ortaya konulmuştur. Bu maksatla dallı darı genotipleri ova ve yayla ekotipi olarak kümelenecek ve kalite parametrelerine ait ortalama veriler analiz edilmiştir (Çizelge 4.17). İstatistiksel değerlendirme amacıyla çalışılan genotiplerin ekotipik dağılım oranları şu şekilde gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.17. Araştırmaya konu dallı darı genotiplerinin ekotipik dağılım oranları

Ekotip	Ova	21 genotip	21 x 2=42 tekerrür	% 26,25
	Yayla	59 genotip	59 x 2=118 tekerrür	% 73,75
Toplam		80	160	

Bu genotiplere ait tekerrürler, ait olduğu ekotipin toplam tekerrürü olarak kabul edilerek uygulanan varyans analizinin sonuçları Çizelge 4.18’de sunulmuştur.

Çizelgeden görüleceği üzere dallı darı erken fenolojik dönem yem veriminde görülen varyasyon üzerinde ekotipik farklılık son derece etkili olurken ($p \leq \%1$), yemin NDF, ADF ve ham protein oranı değerleri üzerinde etkili ($p \leq \%5$) ancak yemin ADL değeri ile kardeş sayıları üzerinde bir farklılık oluşturmadığı anlaşılmıştır.

Çizelge 4.18. Dallı darı ekotipleri, erken fenolojik dönem yem verim ve kalite parametre ortalamalarına uygulanan varyans analiz sonuçları

Verim/Kalite Parametresi	Kareler Ort.	F
NDF %	73,708	6,339*
ADF%	51,470	6,022*
ADL%	5,342	3,161 ^{öd}
Ham Protein %	19,477	3,964*
Yaş Ağır. (kg da ⁻¹)	30572427,707	9,788**
Kuru Ağır. (kg da ⁻¹)	2188800,558	7,063**
Kardeş Sayısı (adet/bitk.)	208,276	1,550 ^{öd}

*)Dallı darı ekotiplerinin saptanan varyasyon üzerindeki etkisi istatistiksel olarak $p \leq \%5$ düzeyinde önemli

**)Dallı darı ekotiplerinin saptanan varyasyon üzerindeki etkisi istatistiksel olarak $p \leq \%1$ düzeyinde önemli

^{öd})Dallı darı ekotiplerinin saptanan varyasyon üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz

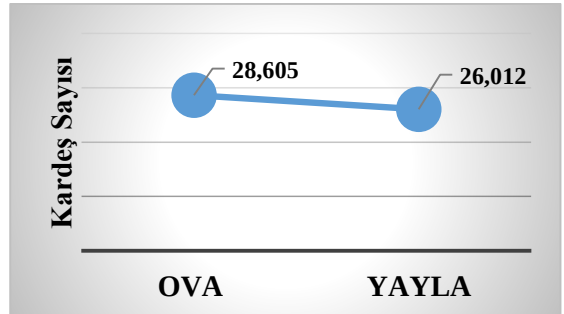
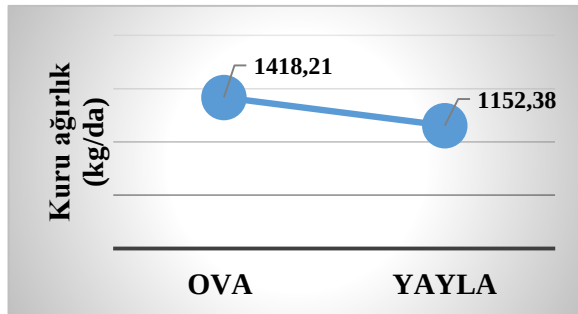
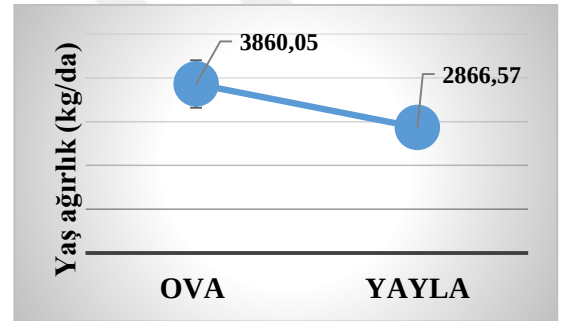
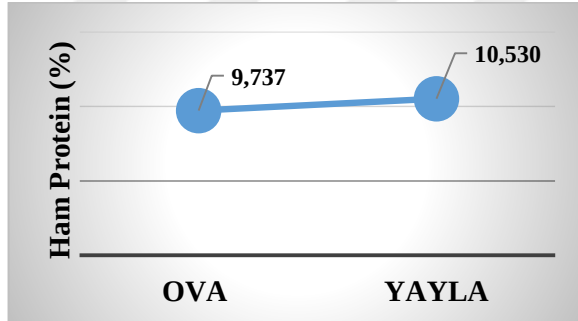
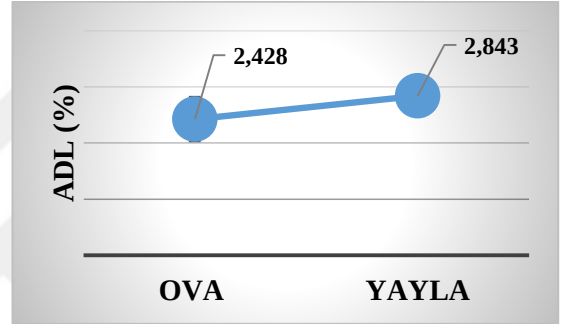
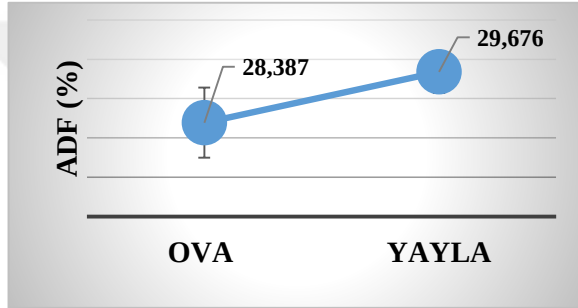
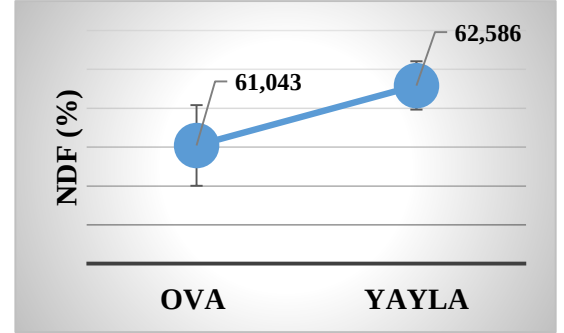
Dallı darı ekotipleri için belirlenen verim ve kalite parametre ortalamaları Şekil 4.24’de görülmektedir.

Araştırma bulgularımız ova ekotiplerin erken fenolojik dönem yem verimlerinin yayla ekotiplere kıyasla, belirgin bir şekilde yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Biyoenerji amaçlı hasatlarda ova tiplerin daha fazla miktarda biyokütle oluşturdukları bilinen durumdur. Ancak araştırma bulgularımız, henüz lignifikasyonun fazla gerçekleşmediği, kalın gövdenin belirginleşmediği erken fenolojik dönem için de benzer bir olgunun gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Bitki başına kardeş sayısı ova tiplerde daha yüksek bulunmuşsa da bu farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. Alexopoulou ve ark. (2008)’nın farklı ekolojik koşullarda ova tiplerin bitki boyu ve kuru madde verimlerinin yayla tiplere kıyasla sırası ile %10 ve %19 daha fazla gerçekleştiği şeklindeki bulguları araştırma sonuçlarımızla benzeşmektedir. Yemin sindirilebilirliği açısından bakıldığında ise ova ekotiplerin, oransal olarak daha düşük lignoselülozik yapı oluşturdukları ve bu sayede yarıyışlılıklarının yüksek olduğu

görülmektedir. Ancak en önemli yem kalite parametresi olan protein oranlarının yayla ekotiplerdeki birikiminin ova tiplere kıyasla fazlalığı da dikkat çekicidir. Zhang ve ark. (2016) yayla ve ova ekotipler arasındaki genetik varyasyonu %31.42 olarak belirlerken, ekotip içi varyasyonun %68.42 olduğunu saptamışlardır. Alexopoulou ve ark. (2008) bu iki ekotip arasındaki yapılmaya çalışılan melezleme çalışmalarındaki başarısızlığa ve genetik bariyere dikkat çekmektedir. Dolayısıyla ekotipler arasındaki varyasyon sayesinde farklı istatistiksel araçlar ile ekotipleri kümelemek mümkün olsa bile ekotip içi varyasyonun yüksekliğinden, bu kümelerin hatları çok net olmamaktadır.

Bununla birlikte herhangi bir birey ya da ekotipin gerçek performanslarını, daha iyi adapte oldukları kendi habitatlarında görmek mümkündür. Nitekim Alexopoulou ve ark. (2008) dallı darı ekotiplerinin sap sayısı ortalamaları açısından farklı ekolojilerde farklı sonuçlar almışlardır. Araştırmacılar Yunanistan'da ova tiplerde yüksek sap sayısı saptarken, İtalya'da yayla tiplerin daha üstün ya da benzer ortalamalar verdiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle Akdeniz ekolojik koşullarında denemeye aldığımız bir yayla ekotipinin, ova ekotipten daha farklı fizyolojik tepki ortaya koyması beklenen bir durumdur. Hartman ve ark. (2012) bitki fizyolojik tepkimesi ve çiçeklenme üzerinde temel belirleyici unsurun ekotipik orijin ancak biyokütle verimi açısından ise yağışın daha etkili faktörler olduğunu bildirmektedirler. Hartman ve Nippert (2013), stomalardan gaz giriş çıkışını kontrol etmesi açısından bitki yüzeyinde ölçülen kanopi sıcaklığının, karbon asimilasyonu üzerinde önemli değişiklikler oluşturabileceğine vurgu yapmışlardır. Bu durumda örneğin ova koşullarda daha iyi korunabilen/adaptasyon sağlamış olan ova ekotipi, aynı ekolojik koşullarda yetiştirilen yayla ekotipinden, fizyolojik olarak daha üstün performans ortaya koyabilecektir. Dolayısıyla bu durum tüm bitki büyüme ve gelişmesi üzerinde etkili olacaktır. Bu sebeple farklı ekoloji ve kullanım amaçları için çeşit önerilerinde, o genotipin ekofizyolojik ihtiyaçlarının bilinmesi yüksek performans açısından önem arz etmektedir. Bu açıdan incelediğimiz koleksiyonda olduğu gibi, ekotipler içi ve arası varyasyonun yüksek olduğu bir gen havuzunun elde bulunması, değişken iklim ve diğer ekolojik faktörler açısından son derece önemlidir.

Verim/Kalite	Ekotip	
Parametresi	Ova	Yayla
NDF %*	61.04 b	62.58 a
ADF%*	28.38 b	29.67 a
ADL% ^{öd}	2.42	2.84
Ham Protein %*	9.73 b	10.53 a
Yaş Ağır. **	3860.05 a	2866.57 b
Kuru Ağır. **	1418.21 a	1152.38 b
Kardeş Sayısı ^{öd}	28.60	26.01



Şekil 4.24. Dallı darı ekotipleri, erken fenolojik dönem yem verim ve kalite ortalamaları

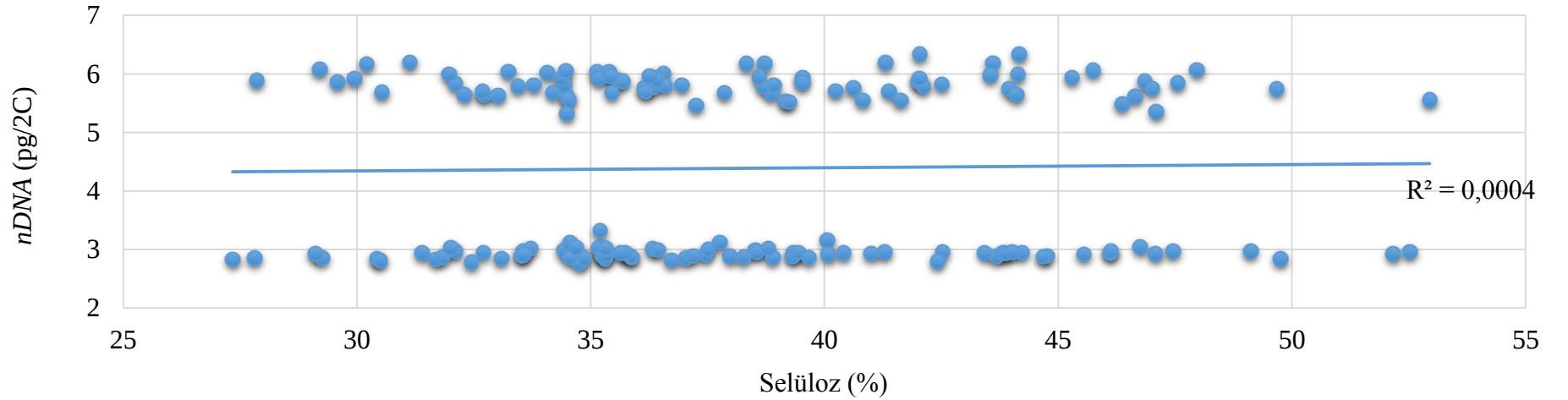
4.6. Çekirdek DNA Miktarının Dallı darı Biyokütlesi Biyoenerji Verimliliğine Etkisi

İncelenen dallı darı genotipleri çekirdek DNA içeriklerinin, biyoenerji amaçlı hasat edilmiş olan biyokütlenin biyoenerji parametreleri üzerindeki etkisi, korelasyon analizi ile ortaya konulmuştur. Analiz neticesi saptanan korelasyon katsayıları Çizelge 4.19’da görülmektedir.

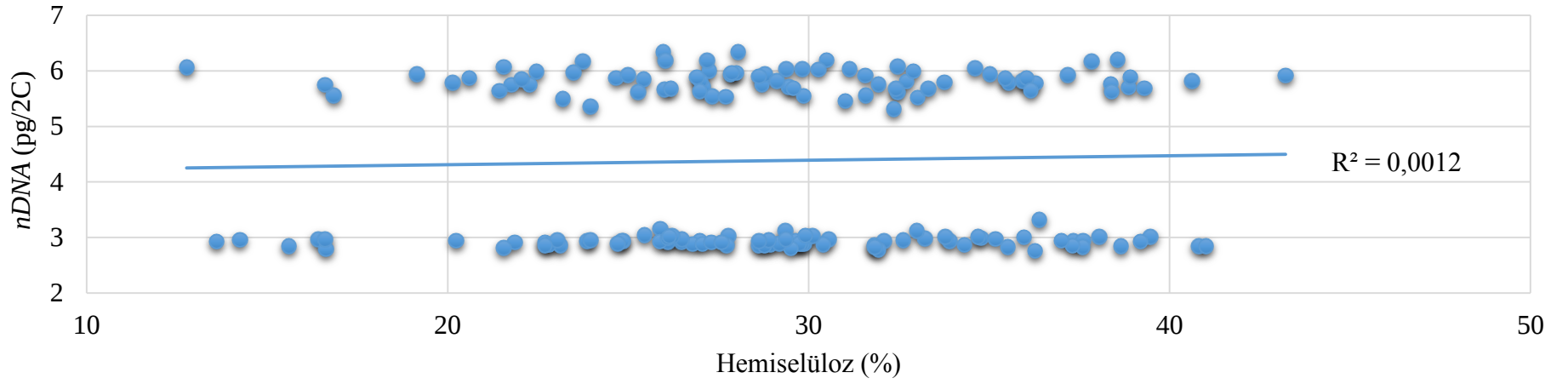
Pearson korelasyonu; çekirdek DNA içeriklerinin biyokütlenin hemiselüloz, N ve S içeriklerine pozitif yönde etkide bulunduğunu, ancak bu etkinin sadece N için dikkate değer oranda gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. İncelenen biyoenerji ile alakalı diğer özelliklerin ise çekirdek DNA miktarı ile ilişkisi, negatif yönde saptanmıştır. Yani artan ploidi düzeylerinde bu özelliklerde azalma meydana gelmiştir. Ancak bu eğilimin de çok yüksek oranlarda olmadığını söylemek mümkündür. Yan ve ark. (2016) biyoenerji amaçlı kullanımı olabilecek *Erianthus arundinaceus* türünün tetraploid ve hexaploid bireyleri üzerinde yaptıkları çalışmanın sonuçları, araştırma bulgularımızla birebir örtüşmektedir. Araştırmacılar da artan ploidy seviyeleri ile hemiselülozun arttığını ancak selüloz, lignin ve kül içeriklerinin azaldığını vurgulamışlardır.

Çizelge 4.19. Çekirdek DNA miktarı ile dallı darı biyokütlesi biyoenerji parametreleri arası korelasyon (pearson) matrisi

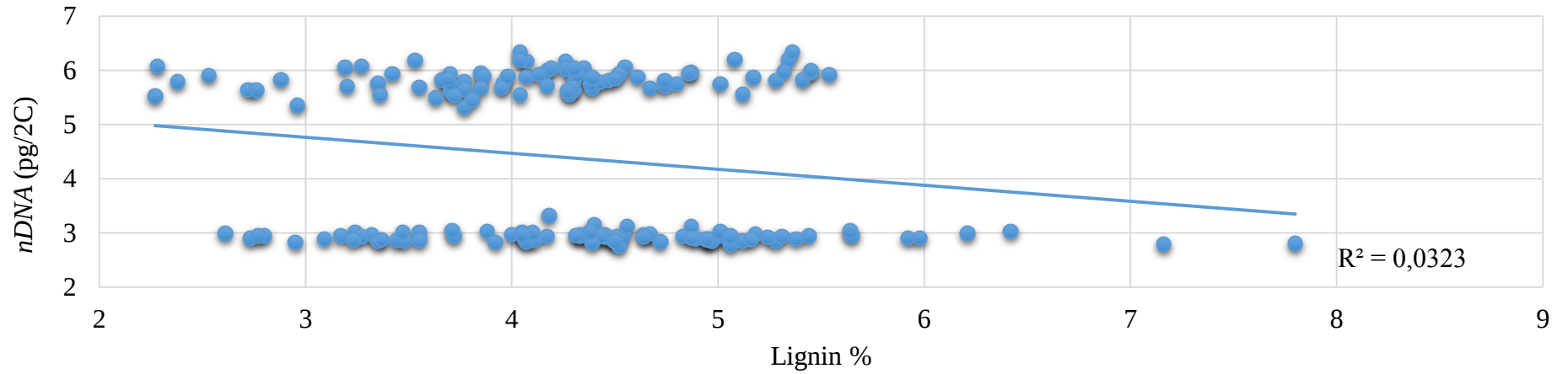
Değişkenler	nDNA	Selüloz (%)	Hemiselüloz (%)	Lignin %	Kül (%)	Isıl Değer (Mj kg ⁻¹)	N %	C%	H %	S%
nDNA	1									
Selüloz (%)	-0,012	1								
Hemiselüloz (%)	0,067	-0,753	1							
Lignin (%)	-0,168	0,002	-0,254	1						
Kül (%)	-0,095	-0,029	0,085	-0,180	1					
Isıl Değer (Mj kg ⁻¹)	-0,086	0,025	0,015	-0,039	0,118	1				
N %	0,262	0,052	-0,094	0,005	-0,119	-0,318	1			
C %	-0,074	0,129	-0,006	-0,033	0,081	0,486	-0,297	1		
H %	-0,061	0,125	-0,028	-0,054	0,064	0,335	-0,158	0,795	1	
S %	0,068	-0,182	0,099	-0,037	0,000	-0,055	0,118	-0,250	-0,238	1



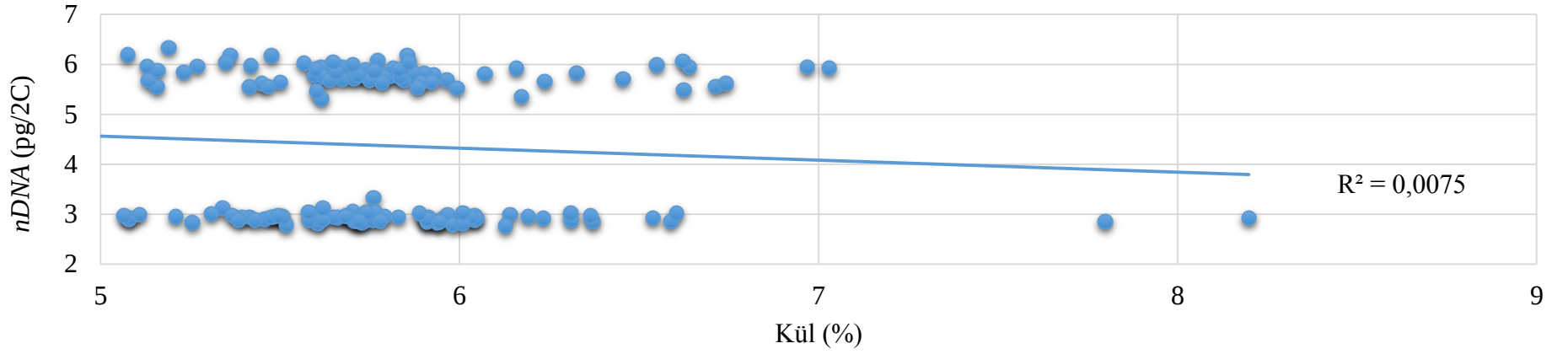
Şekil 4.25. Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlerde selüloz içeriği değişimi



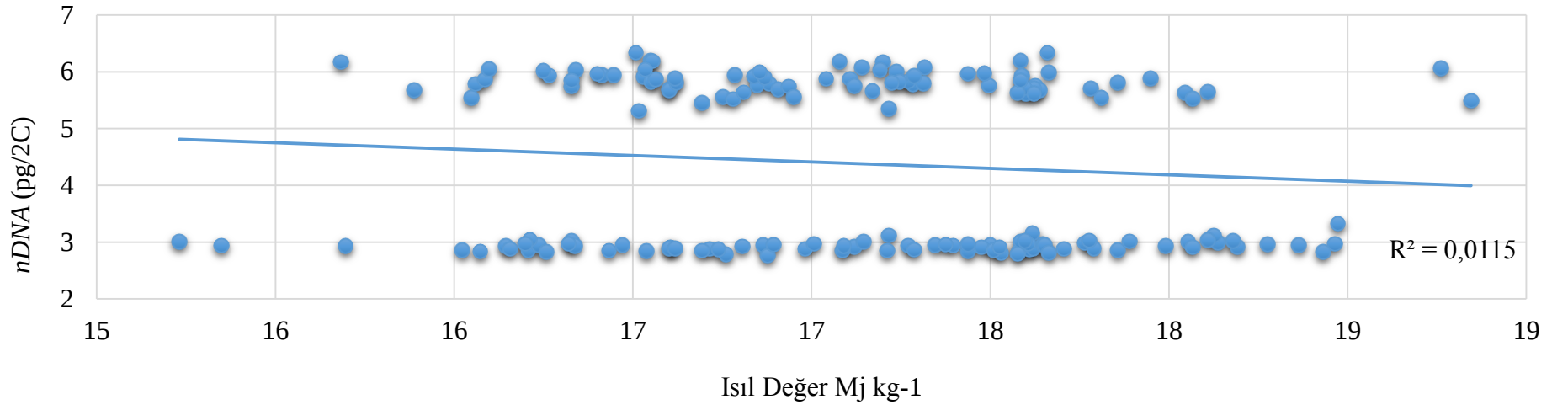
Şekil 4.26. Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlede hemiselüloz içeriği değişimi



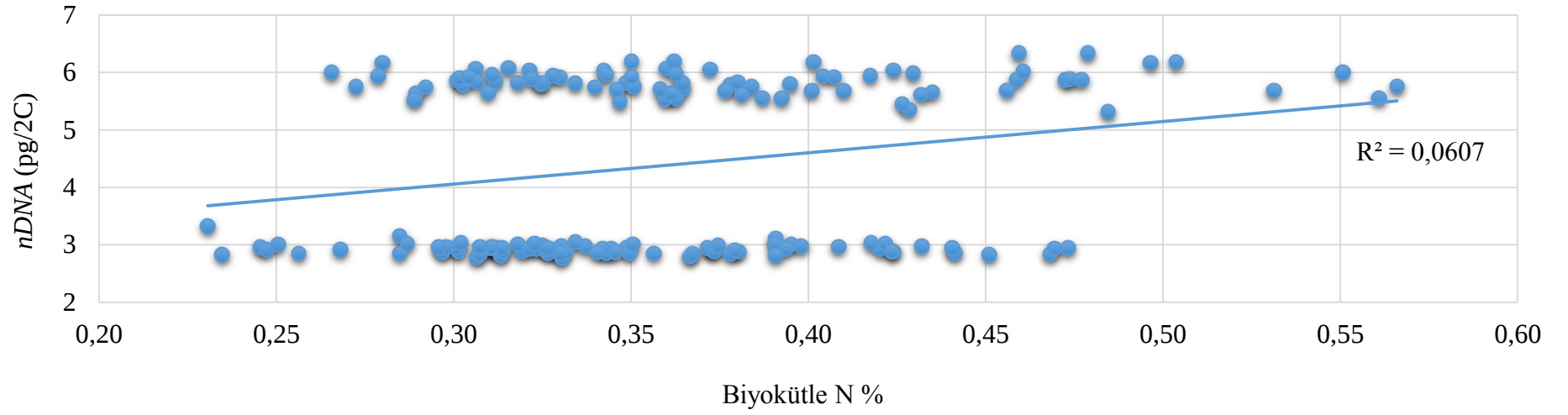
Şekil 4.27. Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlede lignin içeriği değişimi



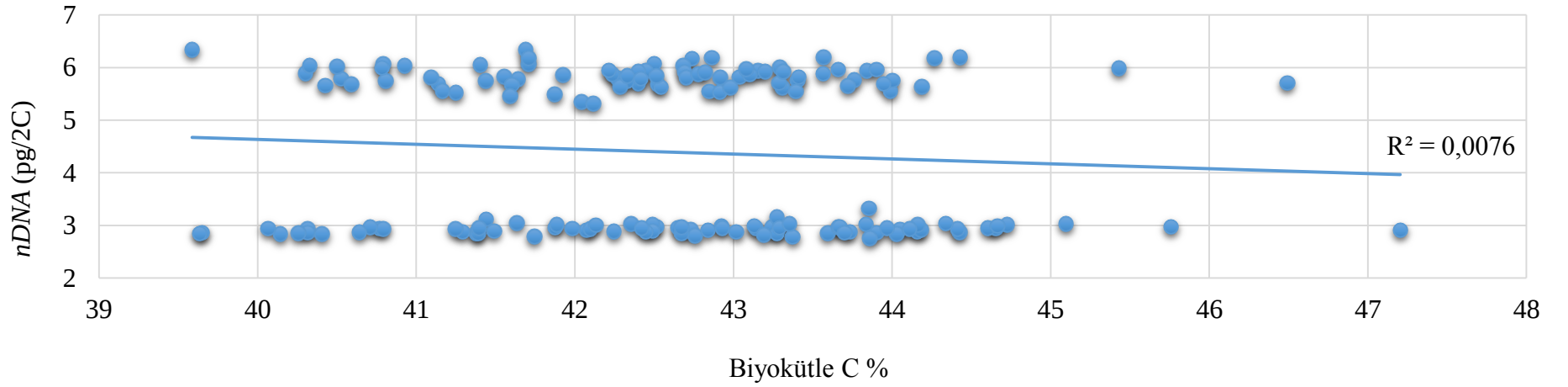
Şekil 4.28. Dalı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlerde kül içeriği değişimi



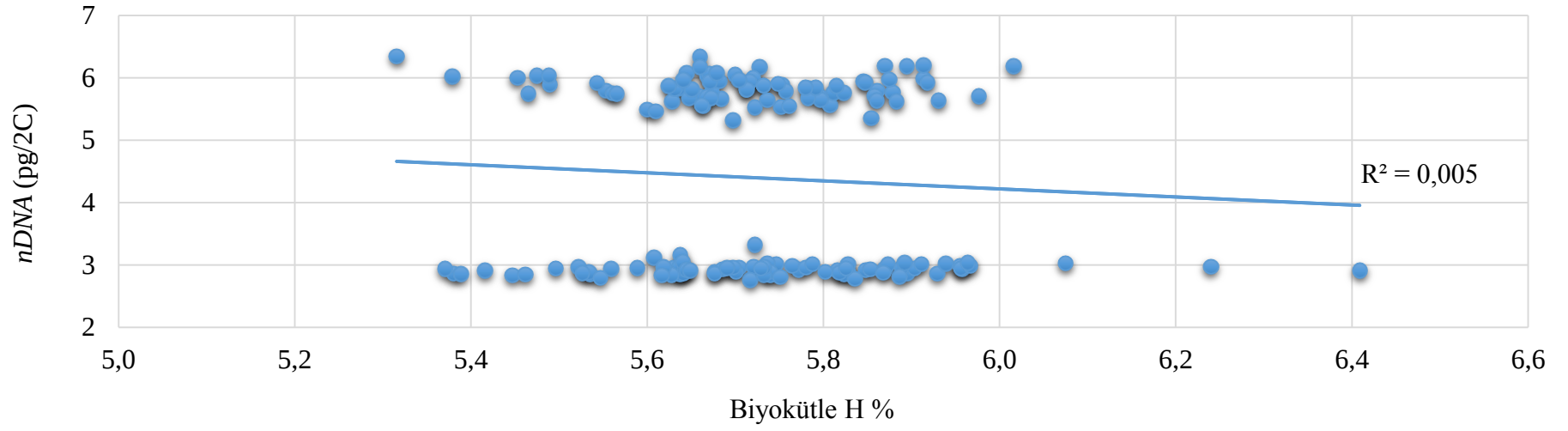
Şekil 4.29. Dalı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlenin ısı değerleri değişimi



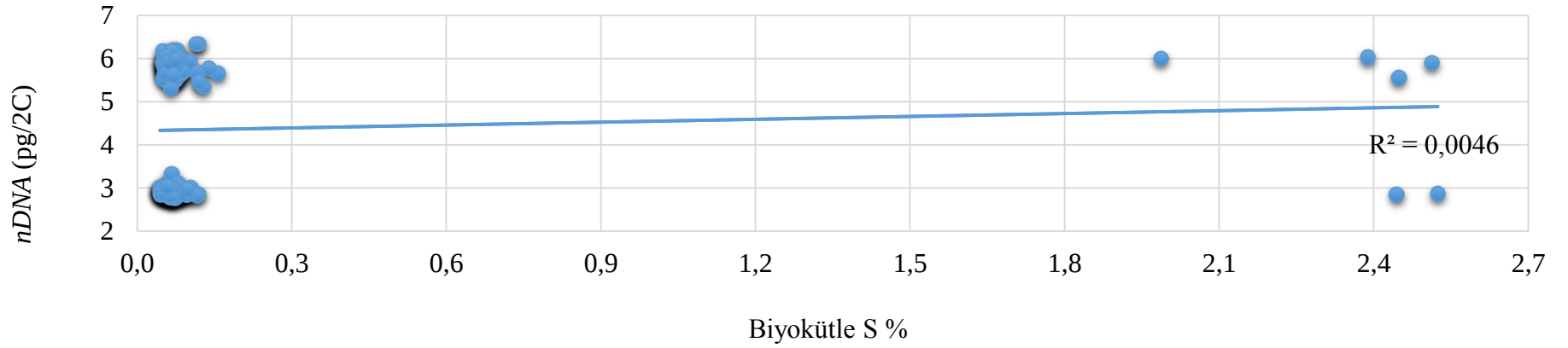
Şekil 4.30. Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlenin azot içeriği değişimi



Şekil 4.31. Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlenin karbon içeriği değişimi



Şekil 4.32. Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlenin hidrojen içeriği değişimi



Şekil 4.33. Dallı darı genotipleri çekirdek DNA miktarlarına bağlı olarak, biyoenerji amaçlı biyokütlenin kükürt içeriği değişimi

Selüloz doğada en bol bulunan, yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Çok sayıda glikoz ünitesinin β -1,4 glikozidik bağlarıyla bağlanması ile oluşan uzun bir zincir formundadır. Hemiselüloz ise pentoz (ksiloz ve arabinoz), heksoz (mannoz, glikoz, galaktoz) ve üronik asitlerinden oluşan heterojen bir polimerdir (Chen, 2014). Lignoselülozik biyoetanol üretiminde, biyokütleden üretilen fermente olabilir şekerlerden glikoz tamamı ile etanole dönüşüyorken, fruktozun uzun süre etanole dönüşmediği ve dönüşüm oranının ise çok düşük olduğu görülmüştür. Miktarları çok düşük olan sükroz ve arabinoz ise fermantasyonda kullanılmadan kalmışlardır (Çeliktas ve ark., 2017). Dolayısıyla bu amaçla yapılacak dallı darı seleksiyonunda, seçilecek genotiplerin selüloz içeriklerinin yüksek olması üretim etkinliğini arttırıcı bir unsur olacaktır. Araştırma bulgularımız selüloz *nDNA* arasındaki negatif korelasyon dolayısıyla, bu tip bireylerin daha düşük ploidy seviyesine sahip olan tetraploid genotipler arasında olacağını ortaya koymaktadır.

Öte taraftan, biyokütlenin yakılması neticesinde içeriğindeki azot, azot oksit (NO_x), kükürt ise kükürt oksit (SO_x) salımları meydana getirirler. Salzman ve Nussbaumer (2001), yanma teknolojilerinde NO_x ve SO_x salımlarının azaltılması gereken bir faktör olduğuna dikkat çekmişlerdir. Zira bu tarz yakıtların yoğun kullanımları neticesinde asit yağmurları oluşma riski yüksektir. Araştırma bulgularımız N ve S ile *nDNA* arasındaki pozitif korelasyon dolayısıyla yakıt amaçlı dallı darı tercihlerinde düşük ploidy seviyeli tetraploid genotiplere yönelmek gerektiğini göstermektedir. Michelle ve ark. (2014) biyoenerji amaçlı kullanılabilecek bir tür olan diploid salkım söğüt bireylerinde, lignin ve kül içeriklerinin artan ploidy seviyeleri ile (triploid ve tetraploid biyokütlelerde) azaldığını bildirmişlerdir. Bu sonuçların araştırma bulgularımızla uyumlu olduğu görülmektedir. Zira çalışmamızda kül ve lignin içerikleri ile *nDNA* arasında negatif bir ilişki saptanmıştır.

4.7. Dallı darı Biyokütlesi Biyoenerji Verimliliği Üzerine Ekotipik Etki

Dallı darı bitkilerine ait fizyolojik olgunluk dönemi biyokütlesi biyoenerji ile ilgili parametrelerin, dallı darı ekotipik farklılığından ne ölçüde etkilendiği, ekotipin tek faktör (varyasyon kaynağı) olarak değerlendirildiği varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Çalışılan genotiplerin ova ve yayla ekotipi olarak dağılım oranları daha önceki bölümlerde, Çizelge 4.17’de sunulmuştu. Dolayısıyla biyoenerji amaçlı

değerlendirmeler de aynı sayıdaki ekotipik veri üzerinden ortaya konulmuştur. Tek faktör üzerinden uygulanan varyans analizinin sonuçları Çizelge 4.20’de görülmektedir.

Çizelge 4.20. Dallı darı ekotiplerine ait fizyolojik olgunluk dönemi biyoenerji parametre ortalamalarına uygulanan varyans analiz sonuçları

Biyoenerji Parametresi	Kareler Ort.	F
Lignin %	0.159	0.198 ^{öd}
Selüloz %	1.822	0.60 ^{öd}
Hemiselüloz %	0.761	0.020 ^{öd}
Kül %	0.271	0.978 ^{öd}
Isıl Değer (Mj kg ⁻¹)	20.309	57.154**
Biyokütle Azot (N) İçeriği %	0.055	13.570**
Biyokütle Karbon (C) İçeriği %	73.918	51.881**
Biyokütle Hidrojen (H) İçeriği %	0.383	16.525**
Biyokütle Kükürt (S) İçeriği %	0.527	2.621**

**)Dallı darı ekotiplerinin saptanan varyasyon üzerindeki etkisi istatistiksel olarak $p \leq \%1$ düzeyinde önemli

^{öd})Dallı darı ekotiplerinin saptanan varyasyon üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz

Çizelgeden izlendiği üzere dallı darı biyokütlesi ikinci nesil biyoetanol (selülozik etanol) üretimi ile ilgili parametrelerde (*lignin, selüloz, hemiselüloz ve kül*) gözlenen varyasyon üzerindeki ekotipik farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. Diğer taraftan biyokütlenin doğrudan yakma teknolojilerindeki kalitesini ortaya koyan özellikler içerisindeki varyasyon üzerinde ise oldukça önemli bir ekotipik etki belirlenmiştir ($p \leq \%1$).

Dallı darı ekotipleri için belirlenen biyoenerji parametrelerine ait ortalama değerler Şekil 4.34’de görülmektedir.

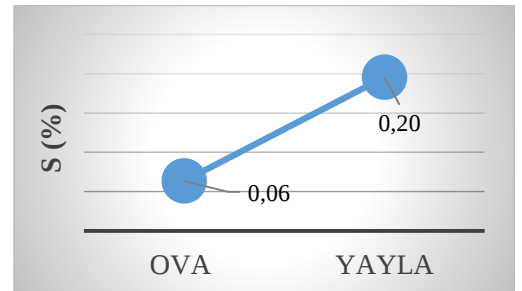
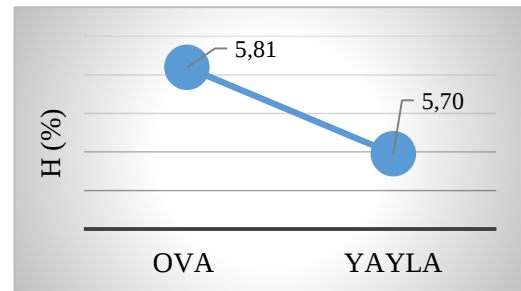
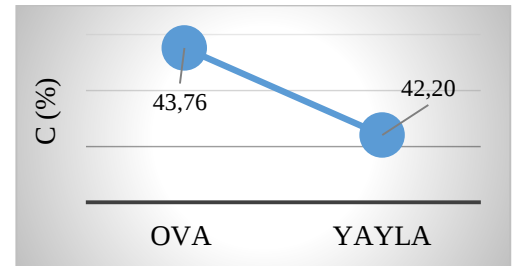
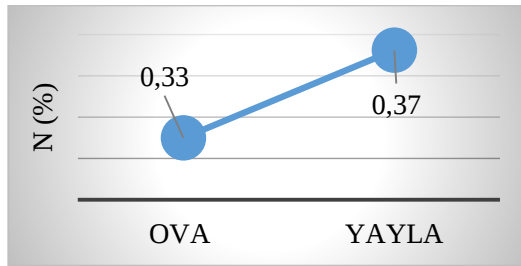
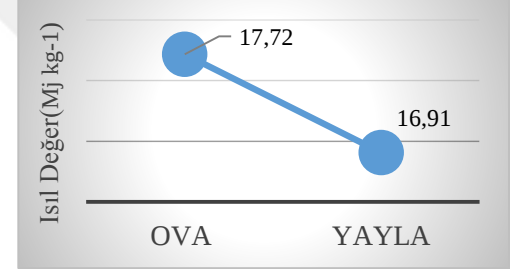
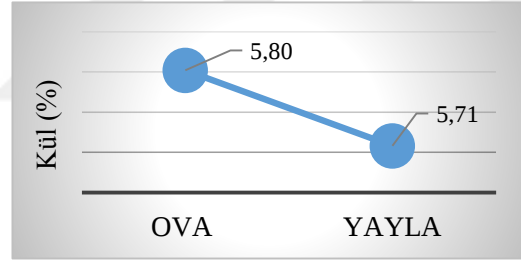
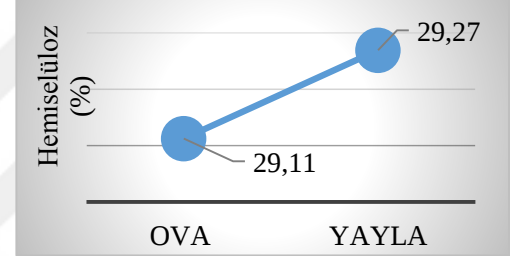
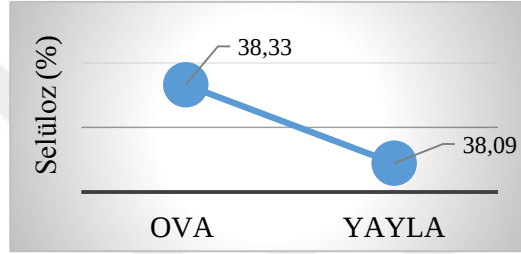
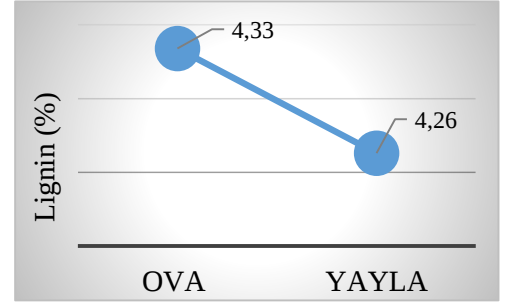
İncelenen genotiplere ait biyokütlelerin lignin, selüloz ve kül içeriklerinin ova ekotiplerde, hemiselüloz içeriğinin ise yayla ekotiplerde daha fazla miktarlarda olduğu saptanmıştır. Ancak bu farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. Dolayısıyla gerek yapısal karbonhidratlar ve gerekse de engelleyici unsurlar açısından, biyoetanol üretim amaçlı seleksiyonlarda ova ve yayla ekotipler arasından tercih yapılabilceği ortadadır. Bu durumda biyoetanol üretim sisteminin etkinliğini belirleyici unsur toplam yapısal karbonhidrat verimi, dolayısıyla biyokütle olacaktır. Nitekim Çelikleş ve ark. (2017) inceledikleri dallı darı genotiplerine ait birim biyokütlenin biyoetanol dönüşüm performansları (g EtOH/ g dallı darı) açısından ekotiplerin benzeştiğini ortaya koymuşlardır. Bu durum biyokütle biyokimyasal kompozisyonunun da oransal olarak

benzeştiğini göstermektedir. Ancak araştırmacılar birim alana biyoetanol verimleri (L EtOH da⁻¹) kıyaslandığında önemli farklılıklar saptadıklarını bildirmişlerdir.

Biyokütlenin doğrudan yanma enerjisi açısından ova ekotiplerin ortaya koydukları 17.71 Mj kg⁻¹ ısı değeri ile daha üstün oldukları görülmektedir (Şekil 4.34).

Bu durumun elementel ve biyokimyasal kompozisyonundan kaynaklandığını söylemek mümkündür. Zira yanma teknolojilerinde, biyokütlenin karbon ve hidrojen varlığı, yanma enerjisi açısından olumlu sonuçlar ortaya koyuyorken, azot ve kükürt varlığı hem engelleyici ve hem de biyokütlerde istenmeyen unsur olarak kabul görmektedir. Nitekim araştırma sonuçlarımız, ova ekotiplerde karbon ve hidrojen içeriği açısından yayla tiplere kıyasla önemli bir üstünlük olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla karşın yayla tiplere ait biyokütlerin azot ve kükürt içeriği açısından üstünlükleri görülmektedir. Dolayısıyla ova tiplerin ısı değerlerinin yüksek olması beklenen bir durumdur. Zira Ekmekçi (2017) biyokütle karbon ve hidrojen içerikleri ile ısı değeri arasında %5 önem seviyesinde pozitif korelasyon belirlerken, azot içeriği ile negatif bir ilişki saptamıştır. Casler ve Vogel (2014) ova ve yayla ekotiplerin biyoetanol ve ısı değeri üretim potansiyelleri arasında farklılık olduğunu vurgulamış ancak bu farklılıkların yetiştiriciliğin yapıldığı ekolojiye göre değişebileceğini belirtmişlerdir. Nitekim araştırmacılar ova ekotipi olan Kanlow'un kendi habitatına uygun bir ekolojideki ısı değerini 155.1 Gj ha⁻¹ olarak belirlerken, toprak ve özellikle çiçeklenme üzerinde etkili olumsuz faktörlerin bulunduğu bir ekolojide bu değerin 48.8 Gj ha⁻¹ seviyesine düştüğünü saptamışlardır. Ova için olumsuz olan bu koşullarda yayla ekotipi olan Summer genotipinin ise ısı değeri 139.9 Gj ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. Birim alana enerji verimliliği olan bu değerlerin, biyokimyasal yapı değişimlerinin yanı sıra doğrudan biyokütle verimindeki azalmalarla da ilintili olduğu ortadadır. Benzer şekilde Gravalos ve ark. (2016) dallı darı biyokütlesi ısı değeri değişimlerinin kültürel uygulamalar, toprak tipi ve yağış ya da sulama ile değişebildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar biyokütle ısı değeri açısından yaprak sap oranının önemli bir faktör olduğunu ve dallı darı sap gövdesi ısı değerinin yaprak ve çiçek organlarından daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Dallı darı ova ekotiplerinin daha kamışsı gövdeli, yayla tiplerin ise daha otsu gövdeli oldukları bilinmektedir. Dolayısıyla araştırma sonuçlarımızı destekler nitelikte, ova ekotipi biyokütle ısı değerlerinin yüksek olması, lignoselüloz birikimi daha fazla olan gövde yapısından da kaynaklanmaktadır.

Biyoenjerji Parametresi	Ekotip	
	Ova	Yayla
Lignin %	4.34 ^{ns}	4.26
Selüloz %	38.33 ^{ns}	38.08
Hemiselüloz %	29.11 ^{ns}	29.26
Kül %	5.80 ^{ns}	5.70
Isıl Değer (Mj kg ⁻¹)	17.71 a	16.90 b
N %	0.33 b	0.37 a
C %	43.76 a	42.20 b
H %	5.81 a	5.61 b
S %	0.06 b	0.19 a



Şekil 4.34. Dallı darı ekotipleri, biyoenjerji parametrelerine ait ortalama değerler

Biyoenerji amaçlı biyokütle bitkisi seçimi ve yetiştiriciliğinde gerek bitki biyokimyasal kompozisyonu ve gerekse de morfolojik yapısı ile ilintili verilerin bilinmesi, enerji verimliliği ve işletme karlılığı açısından son derece önem arz etmektedir. Öte taraftan bitkinin genetik potansiyelinin fenotipe yüksek oranda yansması bakımından, bitki ekofizyolojik istekleri doğrultusunda bir yetiştiricilik planlaması gerekmektedir. Bitki yetiştiriciliği süresince yapılacak enerji etkinliği ve yaşam döngüsü değerlendirmesi çalışmaları ise hangi bitki türünün hangi ekolojide daha etkin ve risksiz bir şekilde yetiştirilebileceği konularında araştırmacılara yön gösterici olabilmektedir.



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tamamlanan mevcut çalışma sonucu; Amerika kıtası meralarının doğal bitkisi olan dallı darı (*Panicum virgatum* L.) türüne ait mevcut koleksiyon, sapa kalkma öncesi erken fenolojik dönemde, hayvan besleme kalitesi açısından karakterize edilmiştir. Bu sayede bölge hayvancılığı için, kuru sezon diye tanımlanan yaz döneminde, kısıtlı sulama ile uzun süreli yeşil ot üretebilen alternatif bir yem bitkisinin tarımsal üretime adaptasyonu sağlanmıştır. Bununla birlikte biyoenerji tarımında model bitki olarak kabul gören türün yayla ve ova ekotiplerinde, biyoenerji verimliliği açısından belirlenen parametreler ile yem kalite özellikleri üzerine çekirdek DNA miktarı ve ekotipik etki ortaya konulmuştur.

Proje kapsamında elde edilen sonuçları şu şekilde sıralamak mümkündür;

- ❑ Dallı darı genotipleri, çekirdek DNA içeriklerine göre iki grupta kümelenmişlerdir. Birinci küme; 2.5-3.5 pg/2C DNA içeriğine sahip yayla ve/veya ova tiplerden oluşan tetraploid ($2n=4x=36$) yapılı genotipleri, ikinci küme ise çekirdek DNA içerikleri 5.5-6.5 pg/2C aralığında değişen ve sadece yayla ekotiplerinin oluşturduğu oktoploid ($2n=8x=72$) formdaki genotipleri içermiştir.
- ❑ Tetraploid genotiplerin çekirdek DNA içerikleri ortalama 2.93 pg/2C bulunurken, oktoploid genotiplerde bu ortalama 5.82 pg/2C olarak gerçekleşmiştir.
- ❑ Dallı darı genotiplerine bağlı olarak erken dönem kardeş sayıları 11.0 adet/bitki ile 63.8 adet/bitki arasında değişim göstermiştir. Bitki başına en düşük kardeş sayısı Oregon orijinli tetraploid ova tipi Dacotah genotipinde saptanmıştır. Kardeş sayısı açısından en yüksek ortalama ise Nebraska orijinli, oktoploid bir genotip olan Trailblazer'da saptanmıştır.
- ❑ Dallı darı genotiplerinden ABD Nebraska orijinli bir oktoploid yayla ekotipi olan Trailblazer için saptanan $7163.2 \text{ kg da}^{-1}$ yaş biyokütle verimi, erken fenolojik dönem yem üretimi açısından en yüksek değer olarak kaydedilmiştir.
- ❑ WS4U, PATFINDER, AM-314/MS-155, T 2099, PI 422016, BN-14668-65, BN-10860-61 ve SHAWNEE genotipleri için saptanan $5285.7\text{-}4142.8 \text{ kg da}^{-1}$ aralığındaki yaş ot verimlerinin en yüksek ortalama ile benzeşen bölgede kümelenedikleri belirlenmiştir.

- ❑ Kuru ot verimi açısından 2488.0 kg da⁻¹ biyokütle verimi ile Alamo çeşidinin ön plana çıktığı görülse de Tarilblazer için saptanan 2366.0 kg da⁻¹'lık ortalama, en yüksek verim ile aynı bulunmuştur.
- ❑ WS4U, PATFINDER, AM-314/MS-155, T 2099, PI 422016, BN-14668-65, BN-10860-61, SHAWNEE ile bunlara ilaveten T2101 ve 70 SG 042 genotiplerinin de en yüksek kuru ot verimi ortaya koyan genotiplerle benzer bölgede dağılım gösterdikleri saptanmıştır.
- ❑ İncelenen dallı darı erken dönem yem örneklerinin NDF içerikleri genotiplere bağlı olarak %49.07 ile %66.96 aralığında değişmiştir. En düşük ortalamaların saptandığı BN-11357-63 ve T 2099 genotiplerinin yemin sindirilebilirliği açısından ön plana çıktıklarını söylemek mümkündür.
- ❑ Dallı darı yem örneklerinin ADF içerikleri ise incelenen genotiplere bağlı olarak %18.33 ile %33.63 aralığında değişmiştir. En düşük ADF içeriğine sahip yem BN-11357-63 ve T 2099 genotiplerinden elde edilmiştir.
- ❑ Dallı darı genotiplerine ait otun ADL içeriklerinin %1.30 ile %8.88 aralığında değiştiği görülmüştür. Yem amaçlı hasat örneklerinde 2n=4x=36 yapılı, yayla tipi BN-11357-63 en düşük lignin içeriği ile ön plana çıkan yemi üretmiştir.
- ❑ İncelenen dallı darı otunun ham protein içerikleri genotiplere bağlı olarak %16.38 ile %6.17 arasında değişim göstermiştir. Bu kalite parametresi açısından tetraploid yapıdaki, Kuzey Dakota orijinli, yayla ekotipi olan 71 SG 006 en yüksek içeriğe sahip genotip olarak belirlenmiştir.
- ❑ Korelasyon analizi çekirdek DNA içeriği ile dallı darı kardeş sayısı ve biyokütle NDF, ADF ve ADL içerikleri arasında pozitif, zayıf bir korelasyon olduğunu ortaya koymaktadır. Öte taraftan biyokütle verimi ile protein oranının ise çekirdek DNA içeriği ile negatif yönde ilişkisi saptanmıştır.
- ❑ Dallı darı erken fenolojik dönem yem veriminde görülen varyasyon üzerinde ekotipik farklılık son derece etkili olurken, yemin NDF, ADF ve ham protein oranı değerleri üzerinde etkili, ancak yemin ADL değeri ile kardeş sayıları üzerinde bir farklılık oluşturmadığı anlaşılmıştır.
- ❑ Ova ekotiplerin erken fenolojik dönem yem verimi ve otun sindirilebilirlik değerlerinin, yayla ekotiplere kıyasla belirgin bir şekilde yüksek olduğu ortaya

çıkmiştir. Ancak protein oranlarının yayla ekotiplerdeki birikiminin ova tiplere kıyasla fazlalığı da dikkat çekicidir.

- ❑ Korelasyon analizi çekirdek DNA içeriklerinin biyokütlenin hemiselüloz, N ve S içeriklerine pozitif yönde etkide bulunduğunu, ancak bu etkinin sadece N için dikkate değer oranda gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.
- ❑ Biyoenerji ile alakalı selüloz, lignin, kül, ısıl değer, C ve H parametrelerinin çekirdek DNA miktarı ile ilişkisi, negatif yönde saptanmıştır.
- ❑ Dallı darı biyokütlesi ikinci nesil biyoetanol (*selülozik etanol*) üretimi ile ilgili parametrelerde (*lignin, selüloz, hemiselüloz ve kül*) gözlenen varyasyon ekotipik farklılıktan etkilenmemiştir.
- ❑ Biyokütlenin doğrudan yakma teknolojilerindeki kalitesini ortaya koyan ısıl değer, N, C, H, S parameterleri üzerinde oldukça önemli bir ekotipik etki saptanmıştır.
- ❑ Ova ekotiplerin ısıl değeri, biyokütle C ve H içerikleri yayla ekotiplerden üstün bulunurken biyokütle N ve S içeriklerini ise yayla ekotiplerde daha fazla miktarda olduğu saptanmıştır.

Öneriler;

- ❑ Dallı darı biyokütlesinin hasat zamanlaması biyokimyasal kompozisyonu etkileyen en önemli konulardan birisidir. Bu açıdan yem amaçlı hasat zamanı denemeleri ile en uygun dönemin saptanması optimum faydalanma açısından son derece önemlidir.
- ❑ Araştırma sonuçlarımız tek bir biçim üzerinden yapılan çalışma verilerini kapsamaktadır. Oysa dallı darı diğer çok yıllık buğdaygil yembitkileri gibi çoklu biçimlere uygun bir bitkidir. Dolayısıyla bitkinin gerçek performansını görmek amacıyla, otlatma mevsimi boyu yapılacak biçim sonuçları değerlendirilmelidir.
- ❑ Araştırmanın paralellerinin, ekotipik farklılıkları da gözetilerek farklı ekolojilerde de yapılması çayır mera yembitkileri kültürü açısından önemlidir.
- ❑ Ülkemiz ekstrem koşullarda meraların yaz sezonundaki bitki ile kaplı alan durumları değerlendirildiğinde, dallı darı türünün marjinal ekolojik koşullardaki yem performansının bilinmesi, yeni öneriler açısından önemlidir.
- ❑ Araştırma kapsamında, Akdeniz ekolojisi meraları için tavsiye edilen zamanlamada standart gübre dozu uygulanmıştır. Oysa gübrelemenin verim ve kalite üzerindeki etkisi bilinmektedir. Dolayısıyla farklı kültürel uygulamaların etkilerinin araştırıldığı yeni çalışmalar planlanmalıdır.

- ❑ Dallı darı Amerika Kıtası doğal meralarının bitkisidir. Bununla birlikte ülkemiz açısından öncü durumdaki bu çalışmalarada hayvan tercihi, toksisite problemleri konularında çalışılmamış olması eksikliklerdir. Planlanacak araştırmalarla yem kalite ve verimi açısından üstün genotiplerde bu konuların detaylı araştırılması gerekmektedir.
- ❑ Yem verim ve kalitesi üstün bulunmakla beraber bazı genotiplerde erken dönemdeki yüksek lignifikasyon, yem amaçlı kullanımı sınırlayıcı görülmektedir. Bu maksatla, biyokütlerde lignin duvarının parçalanması konusunda, ligninaz enzimi salgısı ile avantaj sunabilen bazı mikroorganizmalarla ön muamele çalışmaları, bu kıymetli yem materyalini hayvancılığımıza kazandırma açısından oldukça önemlidir.
- ❑ Erken dönem lignifikasyonu artan, ancak biyokütlesi yüksek bazı genotipler için silolama ve silaj teknikleri üzerinde mutlaka çalışmalıdır.
- ❑ Yem amaçlı belirlenen genotiplerin yalnız ekimlerinden ziyade, farklı türlerle mera karışım denemeleri yapılmalı ve rekabet durumları ile performansları ortaya konulmalıdır.
- ❑ Eldeki mevcut popülasyon moleküler açıdan mutlaka karakterize edilmeli ve bireylerin akrabalık durumları, daha sonraki ıslah çalışmaları açısından ortaya konulmalıdır.
- ❑ Dallı darı yem amaçlı yetiştiriciliğin enerji kullanım etkinliği ve yaşam döngüsü değerlendirmeleri yapılarak, diğer türlere karşı avantaj ve olumsuz yönleri ortaya konulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Aimar D., Calafat M., Andrade A.M., Carassay L., Bouteau F., Abdala G., Molas M.L., 2014. Drought effects on the early development stages of *Panicum virgatum* L.: Cultivar differences. *Biomass and Bioenergy*, 66, 49-59.
- Alexopoulou E., Sharmab N., Papatheoharic Y., Christoua M., Piscionerib I., Panoutsoud C., Pignatellib V., 2008. Biomass yields for upland and lowland switchgrass varieties grown in the Mediterranean region. *Biomass and Bioenergy*, 32, 10, 926-933.
- Anderson, B., Ward J. K., Vogel K. P., Ward M. G., Gorz H. J., and Haskins F. A., 1988. Forage Quality and Performance of Yearlings Grazing Switchgrass Strains Selected for Differing Digestibility1. *J. Anim. Sci.* 66:2239-2244. doi:10.2527/jas1988.6692239x
- Bals, B., Teachworth, L., Dale, B., Balan, V., 2007. Extraction of proteins from switchgrass using aqueous ammonia within an integrated biorefinery. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 143 (2), 187–198.
- Barney JN, Mann JJ, Kyser GB, et al., 2009. Tolerance of switchgrass to extreme soil moisture stress: Ecological implications. *Plant Sci.* 177:724-732.
- Bates G. Using Switchgrass for Forage., 2015. <http://utbfc.utk.edu/Content%20Folders/Forages/Forage%20Species/Publications/SP701-B.pdf> (alıntı tarihi, 2015).
- Bélangier, G., Savoie, P., Parent, G., Claessens, A., Bertrand, A., Tremblay, G. F., & Babineau, D., 2012. Switchgrass silage for methane production as affected by date of harvest. *Canadian Journal of Plant Science*, 92 (6), 1187-1197.
- Bobbitt, M. E., 2014. Genetic Variation and Trait Associations for Forage Yield and Quality among F1 Half-Sib Families of Switchgrass. (Master's Thesis, University of Tennessee).
- Bouton JH., 2007. Molecular breeding of switchgrass for use as a biofuel crop. *Curr. Opin. Genet. Dev.* 17, 553–558.
- Butkutė B., Lemežienė N., Cesevičienė J., Liatukas Ž., Dabkevičienė G., 2013. Carbohydrate and lignin partitioning in switchgrass (*Panicum virgatum* L.) biomass as a bioenergy feedstock. *Zemdirbyste-Agriculture*, 100 (3), 251–260.
- Can E., Çeliktaş N., Hatipoğlu R., Kaya Ş., Yılmaz Ş., Avcı S., 2007. Amik Ovası Koşullarında Suni Mera Tesisinde Kullanılabilecek Bazı Çok Yıllık Buğdaygil ve

- Baklagil Tür ve Çeşitlerinin Adaptasyon Yeteneklerinin Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran 2007, Erzurum.
- Casler, M.D., 2012. Switchgrass breeding, genetics, and genomics. In: Monti, A., editor. Switchgrass. London, UK: Springer. p. 29-54.
- Casler MD ve Vogel KP., 2014. Selection for Biomass Yield in Upland, Lowland, and Hybrid Switchgrass. Crop Sci. 54: 626–636.
- Chen F., Srinivasa R.M.S., Temple S., Jackson L., Shadle G., Dixon R.A., 2006. Multi-site genetic modulation of monolignol biosynthesis suggests new routes for formation of of syringyl lignin and wall-bound ferulic acid in alfalfa (*Medicago sativa* L.). Plant J., 48,113-124.
- Chen H., 2014. Chemical Composition and Structure of Natural Lignocellulose, Chapter 2. In: Biotechnology of Lignocellulose: Theory and Practice, DOI 10.1007/978-94-007-6898-7-2, Chemical Industry Press, Beijing and Springer Science Business Media Dordrecht.
- Costich D., E., Friebe B., Sheehan M. J., Casler M. C., Buckler E. S., 2010. Genome-size Variation in Switchgrass (*Panicum virgatum*): Flow Cytometry and Cytology Reveal Rampant Aneuploidy. The Plant Genome 3:130–141.
- Çelikleş N., Ünal M.Ü., Can E., Atış İ., Şener A., Yavuz T., Eren Ö., 2017. Dünya Biyoenerji Model Türü Dalli Darı (*Panicum virgatum* L.) Genotiplerinin Ülkemiz Akdeniz ve Karasal İklim Kuşaklarında Biyoetanol Üretim Kapasitelerinin Belirlenmesi, Seleksiyonu ve Tohumluk Üretimi. TÜBİTAK, 113O009 no'lu Prj. Sonuç Raporu, Hatay.
- DeBolt, S. Campbell, J.E., Smith Jr. R., Montross M., ve Stork J., 2009. Life Cycle Assessment of Native Plants And Marginal Lands For Bioenergy Agriculture İn Kentucky As A Model For South-Eastern USA. Global Change Biology-Bioenergy 1: 308-316.
- Drobná J., Jančovič J., 2006. Estimation of red clover (*Trifolium pratense* L.) forage quality parameters depending on the variety, cut and growing year. Plant Soil Environ., 52, (10): 468–475.
- Ekmekçi M., 2017. Dalli Darı (*Panicum virgatum* L.) Enerji Verimliliklerinin Isıl Değerler Üzerinden Modellenmesi ve Spektral Kalibrasyonu. MKÜ, FBE Yüksek Lisans Tezi, Hatay.

- Elbersen H.W., Christian D.G., El Bassem N., Bacher W., Sauerbeck G., Alexopoulou E., Sharma N., Piscioneri I., de Visser P.ve van den Berg D., 2001. Switchgrass variety choice in Europe, In: Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) as an alternative energy crop in Europe, Initiation of a productivity network Final Report, 33-40.
- Fu C, Sunkar R, Zhou C, Shen H, Zhang JY, Matts J, Wolf J, Mann DG, Stewart CN, Tang Y, Wang ZY., 2012. Overexpression of miR156 in switchgrass (*Panicum virgatum* L.) results in various morphological alterations and leads to improved biomass production. *Plant Biotechnol J.* 10, 443–52.
- Giannoulis K.D., Danalatos N.G. 2014. Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) nutrients use efficiency and uptake characteristics, and biomass yield for solid biofuel production under Mediterranean conditions. *Biomass and Bioenergy*, 68, 24-31.
- Giannoulis K.D., Vlontzos G. Karyotis T., Bartzialis D., Danalatos N.G., 2014. Assessing the efficiency of switchgrass different cultural practices for pellet production. *Land Use Policy*, 41, 506–513.
- Giannoulis KD, Karyotis T, Sakellariou-Makrantonaki M, Bastiaans L, Struik PC, Danalatos NG, 2016. Switchgrass biomass partitioning and growth characteristics under different management practices. *Wageningen Journal of Life Sciences* 78, 61-67.
- Glowacka K., Jezowski S., Kaczmarek Z., 2009. Polyploidization of *Miscanthus sinensis* and *Miscanthus x giganteus* by plant colchicine treatment. *Industrial Crops and Products* 30, 444–446.
- Gravalos, I., Xyradakis, P., Kateris, D., Gialamas, T., Bartzialis, D. and Giannoulis, K., 2016. An Experimental Determination of Gross Calorific Value of Different Agroforestry Species and Bio-Based Industry Residues. *Natural Resources*, 7, 57-68.
- Gupta, R.B., Demirbas, A., 2010. Gasoline, diesel and ethanol biofuels from grasses and plants. P: 230, Cambridge University Press, New York.
- Guretzky JA, Biermacher JT, Cook BJ, Kering MK, Mosali J, 2011. Switchgrass for forage and bioenergy: harvest and nitrogen rate effects on biomass yields and nutrient composition. *Plant Soil* 339, 69–81.
- Hartman J, Nippert JB, Orozco RA, Springer CJ, 2011. Potential ecological impacts of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) biofuel cultivation in the Central Great Plains,

- USA. Biomass and Bioenergy 35, 3415–3421.
doi:10.1016/j.biombioe.2011.04.055.
- Hartman J., Nippert JB., Springer CJ., 2012. Ecotypic responses of switchgrass to altered precipitation. Functional Plant Biology 39(2) 126-136
<https://doi.org/10.1071/FP11229>
- Hartman J. ve Nippert JB., 2013. Physiological and growth responses of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) in native stands under passive air temperature manipulation. GCB Bioenergy 5, 683–692, doi: 10.1111/gcbb.1204
- Hatipoğlu R., 1991. Untersuchungen über die zytologischen eigenschaften und in vitro kulturmöglichkeiten von zwei wild vorkommenden grasarten, *Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf und *Dactylis glomerata* L. aus dem Çukurova gebeit, Südtürkei. Dissertation an der Universitaet Hohenheim.
- Hopkins A.A., Charles M. Taliaferro, Christopher D. Murphy, and D'Ann Christian. 1996. Chromosome Number and Nuclear DNA Content of Several Switchgrass Populations. Crop Sci. 36:1192-1195.
- Kandel T.P., Wu Y., Kakani V.G., 2013. Growth and Yield Responses of Switchgrass Ecotypes to Temperature. American Journal of Plant Sciences, 4, 1173-1180.
- Kung, L., Jr., M.R. Stokes and C.J. Lin., 2003. Silage additives. Pages 305–360 in Silage Science and Technology. D. R. Buxton, R. E. Muck, and J. H. Harrison, (eds). Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am. publications, Madison, WI.
- Limayem A., Ricke S.C., 2012. Lignocellulosic biomass for bioethanol production: Current perspectives, potential issues and future prospects. Journal of Progress in Energy and Combustion Science, 38, 449-467.
- Majtkowski, W., Majtkowska, G., Piłat, J., & Mikołajczak, J., 2009. Grass species from C-4 carbon fixation group: Polish experiment with a novel energy and forage purposes crop. Journal of Central European Agriculture, 10(3), 211-216.
- McLaughlin, S. B., and L. A. Kszos., 2005. Development of switchgrass (*Panicum virgatum*) as a bioenergy feedstock in the United States. Biomass & Bioenergy 28, 515.
- Merrick P, Fei S., 2015. Plant regeneration and genetic transformation in switchgrass-a review. J Integr Agric.,14:483–493.

- Missaoui AM, Paterson AH, Bouton JH. 2006. Molecular markers for the classification of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) germplasm and to assess genetic diversity in three synthetic switchgrass populations. *Genet Res Crop Evol.* 53(6):1291–302.
- Moser, L.E., Vogel, K.P., 1995. Switchgrass, big bluestem, and indiangrass. P. 409-420. In R.F.Barnes ve ark. (ed.) *Forages*. Vol. I. An introduction to grassland agriculture. Iowa State Univ. Pres, Ames, IA.
- Muir, P.J., Sanderson, M.A., Ocumpaugh, W.R., Jones, R.M, Reed, R.L., 2001. Biomass production of “Alamo” switchgrass in response to nitrogen, phosphorus, and row spacing. *Agronomy Journal* 93, 896-901.
- Parrish, D.J., and J.H. Fike. 2005. The biology and agronomy of switchgrass for biofuels. *Crit. Rev. Plant Sci.* 24:423–459.
- Pfister JA., Lee ST., Arnett DP., Panter KE., 2017. Preference by horses for bedding pellets made from switchgrass (*Panicum virgatum*) straw. *The Professional Animal Scientist*, 33, 3349-356.
- Porter, C.L., 1996. An analysis of variation between upland and lowland switchgrass, *Panicum virgatum* L. in Central Oklahoma. *Ecology*, 47: 980-992.
- Qiu, Z.Y.; Zhao, L.N., Weather, L., 2010. Process Intensification Technologies in Continuous Biodiesel Production. *Chemical Engineering and Processing*, 49, 4, 323-330.
- Rogers, J. K., Motal, F. J., & Mosali, J., 2012. Yield, yield distribution, and forage quality of warm-season perennial grasses grown for pasture or biofuel in the Southern Great Plains. *ISRN Agronomy*, Article ID 607476, 7 pages, doi:10.5402/2012/607476
- Sadaka, S., Sharara, M.A., Ashworth, A.J., Keyser, P., Allen, F., Wright, A. 2014. Characterization of biochar from switchgrass carbonization. *Energies* 7, 548–567.
- Salzmann R., Nussbaumer T., 2001. Fuel Staging for NOx Reduction in Biomass Combustion: Experiments and Modeling. *Energy & Fuels*, 15, 575-582.
- Sanderson, M. A., J. C. Read, and R. L. Reed., 1999. Harvest Management of Switchgrass for Biomass Feedstock and Forage Production. *Agron. J.* 91:5-10. doi:10.2134/agronj1999.00021962009100010002x.

- Sharma N., Piscioneri I., Pignatelli V., 2003. An evaluation of biomass yield stability of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) cultivars. *Energy Conversion and Management*, 44, 2953-2958.
- Shen H., He X.Z., Poovaiah C.R., Wuddineh W.A., Ma J.Y., Mann D.G.J., Wang H.Z., Jackson L., Tang Y.H., Stewart C.N., Chen F., Dixon R.A., 2012. Functional characterization of the switchgrass (*Panicum virgatum*) R2R3-MYB transcription factor PvMYB4 for improvement of lignocellulosic feedstocks. *New Phytol.* 193, 121-136.
- Shen H., Poovaiah C.R., Ziebell A., Tschaplinski T.J., Pattathil S., Gjersing E., Engle N.L., Katahira R., Pu Y., Sykes R., Chen F., Ragauskas A.J., Mielenz J.R., Hahn M.G., Davis M., Stewart C.N., Dixon R.A., 2013. Enhanced characteristics of genetically modified switchgrass (*Panicum virgatum* L.) for high biofuel production. *Biotechnol. Biofuels.* 6, 71. doi: 10.1186/1754-6834-6-71.
- Soylu S., Sade, B., Ögüt H., Akınerdem F., Babaoğlu M., Ada R., Eryılmaz T., Öztürk Ö., Oğuz H. 2010. “Türkiye için Alternatif Bir Biyoyakıt ve silaj Bitkisi Olarak Dallı Darının (*Panicum virgatum* L.) Yetiştirilebilme Olanaklarının Araştırılması”. TÜBİTAK, TOVAG-107 O 161 Sonuç Raporu.
- Tucak M., Popovic S., Cupic T., Spanic V., Meglic V., 2013. Variation in yield, forage quality and morphological traits of red clover (*Trifolium pratense* L.) breeding populations and cultivars. *Zemdirbyste-Agriculture*, vol. 100, No. 1, p. 63–70
- Tuna, M., Vogel, K.P., Arumuganathan, K., Gill, K.S., 2001. DNA content and ploidy determination of bromegrass germplasm accessions by flow cytometry. *Crop science* 41, no. 5 pp. 1629-1634.
- Wright L. Turhollow A., 2010. Switchgrass selection as a “model” bioenergy crop: A history of the process. *Biomass and Bioenergy* 34, 851–868.
- Williams, Tanisha and Auer, Carol, 2014. Ploidy Number for *Panicum virgatum* (switchgrass) from the Long Island Sound Coastal Lowland compared to Upland and Lowland Cultivars. *Plant Science Articles*. 27.
- Wu, Z. Y., Cao, Y. P., Yang, R. J., Qi, T. X., Hang, Y. Q., Lin, H., et al., 2016. Switchgrass SBP-box transcription factors PvSPL1 and 2 function redundantly to initiate side tillers and affect biomass yield of energy crop. *Biotechnol. Biofuels* 9, 101. doi: 10.1186/s13068-016-0516-z

- Yan J, Zhang J, Sun K, Chang D, Bai S, Shen Y, et al., 2016. Ploidy Level and DNA Content of *Erianthus arundinaceus* as Determined by Flow Cytometry and the Association with Biological Characteristics. PLoS ONE 11(3): e0151948. doi:10.1371/journal.pone.0151948.
- Yokoya, K.; Roberts, A. V.; Mottley, J.; Lewis, R. & Brandham, P. E., 2000. Nuclear DNA amounts in Roses. Annals of Botany 85: 557-561.
- Yue Y., Zhu Y., Fan X., Hou X., Zhao C., Zhang S., Wu J., 2017. Generation of octoploid switchgrass in three cultivars by colchicine treatment. Industrial Crops and Products, 107, 20–21.
- Zhang Y., Zalapa J., Jakubowski A.R., Price D.L., Acharya A., Wei Y., Brummer E. C., Kaeppler S.M. and Casler M.D., 2011. Natural Hybrids and Gene Flow between Upland and Lowland Switchgrass. Crop Sci. 51: 2626–2641.
- Zhang Y., Yan H., Jiang X., Wang X., Huang L., Xu B., Zhang X. and Zhang L., 2016. Genetic variation, population structure and linkage disequilibrium in Switchgrass with ISSR, SCoT and EST-SSR markers. Hereditas, 153:4 DOI 10.1186/s41065-016-0007-z

ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında, Hatay/Reyhanlı’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Reyhanlı’da tamamladı. 2009-2013 yılları arasında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü’nden lisans eğitimi aldı. 2014 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2017 yılında T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’ndan yetki alarak Kontrol ve Sertifikasyon Kuruluşu olan GB TARIMPARK BELGELENDİRME TİC. LTD. ŞTİ.’ni açarak Ziraat Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

