



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***Amaranth sp.* TÜRLERİNİN YEM OLARAK KALİTE KRİTERLERİ
VE TOKSİSİTESİNİN BELİRLENMESİ**

DERYA DURAK

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
MAYIS-2015**



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***Amaranth sp.* TÜRLERİNİN YEM OLARAK KALİTE KRİTERLERİ
VE TOKSİSİTESİNİN BELİRLENMESİ**

DERYA DURAK

**TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY
MAYIS-2015**

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Amaranth sp. TÜRLERİNİN YEM OLARAK KALİTE KRİTERLERİ VE
TOKSİSİTESİNİN BELİRLENMESİ


DERYA DURAK

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Dr. Nafiz ÇELİKTAŞ danışmanlığında hazırlanan bu tez 27/05/2015 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Nafiz ÇELİKTAŞ
Başkan


Prof. Dr. Ersin CAN
Üye


Doç. Dr. Şerafettin KAYA
Üye

Kod No: 832

Doç. Dr. Okan ŞENER
Enstitü Müdürü

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

27/05/2015

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.

Derya DURAK

***Amaranth* sp. TÜRLERİNİN YEM OLARAK KALİTE KRİTERLERİ VE TOKSİSİTESİNİN BELİRLENMESİ**

ÖZET

Araştırma kapsamında USDA ARS koleksiyonundan temin edilen *A. caudatus* L. Bolivia, *A. cruentus* L. Mexico, *A. cruentus* L. Zimbabwe, *A. cruentus* L. Mexico, Puebla, *A. hypochondriacus* L. Mexico, Puebla, *A. hypochondriacus* L. India, Himachal Pradesh tür ve ekotiplerinin, Amik Ovası koşullarına adaptasyon yetenekleri test edilerek, genotiplerin hayvan besleme amaçlı kullanılabilirlikleri irdelenmiştir. Ortalama 110 günlük bir olgunlaşma süreci sonunda *Amaranth* sp. tür ve ekotiplerinin, çiçeklenme sonrası süt olum aşamasındaki yeşil biyokütle verimleri 6.3-8.6 t/da, kuru biyokütle verimleri ise 0.945-1.945 t/da aralığında değişim göstermiştir. *A. cruentus* L. türüne ait Mexico, Puebla ekotipi en verimli genotip olarak değerlendirilirken önemli ekotipik farklılıklar saptanmıştır. Türlerin ortalama NDF, ADF, ADL, selüloz ve hemiselüloz değerleri bir C4 bitkisi açısından oldukça düşük oranlarda bulunurken bu özelliklere ilişkin değerlerin sırası ile % 37.19-42.92, % 17.67-27.44, % 3.48-5.61 % 14.19-22.52, % 33.55-37.81 oranları arasında değişmiştir. Sindirilebilir kuru madde oranı 2.79-3.22 bulunurken, *Amaranth* biyokütlesi kuru maddesinin tüketimi değerleri ise 67.52-75.13, metabolize olabilir enerji değerleri ise 9.47-10.77 aralığında hesaplanmıştır. Elde edilen biyokütlenin göreceli yem değeri ise 149.8-187.9 bulunurken protein oranları % 12.10- 15.54 olarak belirlenmiş ve özellikle *A. cruentus* Zimbabwe ekotipinin, kaliteli bir yonca otu ile kıyaslanabilecek bir yem ürettiği gözlenmiştir. *Amaranth* biyokütlelerin Ca, P, K, Mg, Zn, Cu, Fe ve Mn içerikleri tür ve ekotiplere bağlı olarak 4.30-9.00 g kg⁻¹, 0.74-1.13 g kg⁻¹, 12.23-24.63 g kg⁻¹, 8.9-16.9 g kg⁻¹, 1.41-11.6 mg kg⁻¹, 6.01-8.25 mg kg⁻¹, 94.3-206.8 mg kg⁻¹, 38.7-53.3 mg kg⁻¹ aralıklarında değişim göstermiştir. Türlerin suda çözünebilir şeker içerikleri 0.91-12.67 g 100 g⁻¹ olarak belirlenirken, yağ asidi kompozisyonunun % 42.9-47.7 oranı ile linoleik baskın bir yağ olduğu saptanmıştır. *Amranthus* otununu yüksek antioksidan etkiye sahip oldukları ve antioksidan kapasitenin 0.82-4.58 mM Trolox/g arasında değişim gösterdiği ve fenolik bileşikler toplamının *A. hypochondriacus* türünde 254.68 mg g⁻¹ oranında bulunduğu saptanmıştır. İncelenen introduksiyon *Amaranth* sp. tür ve ekotiplerinin Amik Ovası koşullarında yüksek ve oldukça kaliteli bir biyokütle üretebildikleri, üretilen otun hayvan beslemede doğrudan ya da rasyon katkısı olarak kullanılabilir alternatif bir yem olduğu, *A. cruentus* türüne ait Zimbabwe ekotipi bu açıdan ön plana çıktığı değerlendirilmiştir.

2015, 49 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Amaranthus* sp., hayvan besleme, biyokütle, besleme kalitesi, antioksidan kapasite, fenolik bileşikler.

NUTRITIONAL AND TOXICOLOGICAL COMPONENTS OF *Amaranth* SPECIES AS FEED

ABSTRACT

This study was completed for to determine the adaptation possibilities of *A. caudatus* L. Bolivia, *A. cruentus* L. Mexico, *A. cruentus* L. Zimbabwe, *A. cruentus* L. Mexico, Puebla, *A. hypochondriacus* L. Mexico, puebla, *A. hypochondriacus* L. India, Himachal Pradesh species that were introduced from USDA ARS to Amik Plain conditions and the features related to the animal nutrition were detected also. While the fresh biomass of *Amaranth* species at panicle stage were determined between 6.3-8.6 t/da, the dry matter were 0.945-1.945 t/da after 110 days of growth period. *A. cruentus* L. Mexico, Puebla ecotype was the most productive species, and the ecotypic variation was significant. The average NDF, ADF, ADL, cellulose and hemicellulose concentrations were determined as 37.19-42.92 %, 17.67-27.44 %, 3.48-5.61 %, 14.19-22.52 %, 33.55-37.81 % respectively. The percentages seems very low even though being a C4 plant. DMD, DMI, ME, RFV and CP % of the investigated *Amaranth* species were detected as 2.79-3.22, 67.52-75.13, 9.47-10.77, 149.8-187.9, 12.10- 15.54 % respectively. These results show that the *A. cruentus* Zimbabwe ecotype had the high quality hay which is comparable with an alfalfa. The minerals that are Ca, P, K, Mg, Zn, Cu, Fe and Mn contents of the biomass investigated varied between 4.30-9.00 g kg⁻¹, 0.74-1.13 g kg⁻¹, 12.23-24.63 g kg⁻¹, 8.9-16.9 g kg⁻¹, 1.41-11.6 mg kg⁻¹, 6.01-8.25 mg kg⁻¹, 94.3-206.8 mg kg⁻¹, 38.7-53.3 mg kg⁻¹ respectively. While the WSC of the *Amaranth* species were detected between 0.91-12.67 g 100 g⁻¹, the fatty acid composition were defined linoleic dominant with the concentration of 42.9-47.7%. The high antioxidant capacity was determined for the whole species with 0.82-4.58 mM Trolox/g and the higher total phenolic compounds was determined for the species *A. hypochondriacus* with an average 254.68 mg g⁻¹. The results of the study produced that the *Amaranth* species especially the ecotype *A. cruentus* Zimbabwe may offer the high quality biomass in Amik Plain conditions which can be evaluate in the animal feeding or as feed additives.

2015, 49 pages

Keywords: *Amaranthus* sp., animal nutrition, biomass, feeding quality, antioxidant capacity, phenolic compounds

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konusunun belirlenmesi, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmayı yönlendiren ve her türlü yardımı esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Nafiz ÇELİKTAŞ'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan MKÜ Ziraat Fakóltesi Tarla Bitkileri Bölüm Başkanlığı'na yardımlarını esirgememiş herkese içten teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her evresinde beni destekleyip arkamda duran aileme sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
1.GİRİŞ	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1.Materyal	10
3.2.Deneme Alanının Özellikleri	10
3.2.1.Denemenin yürütüldüğü arazinin toprak özellikleri	10
3.2.2.Denemenin yürütüldüğü döneme ait iklim verileri	11
3.3.Yöntem.....	12
3.4.İncelenen Özellikler	16
3.4.1.Yeşil Biyokütle Verimi (kg/da).....	16
3.4.2.Kuru biyokütle verimi (kg/da)	16
3.4.3.Lignoselülozik yapı.....	16
3.4.4.Besleme değerleri.....	16
3.4.5.Ham Protein içeriği	17
3.4.6.Makro ve Mikro Besin Elementi İçerikleri	17
3.4.7.Suda çözünebilir şeker içeriği	17
3.4.8.Yağ asidi kompozisyonu	17
3.4.9.Antioksidan kapasite	18
3.4.10.Fenolik bileşikler.....	18
3.5.Verilerin değerlendirilmesi	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	19
4.1.Yeşil Biyokütle Verimi (kg/da).....	20
4.2.Kuru Biyokütle Verimi (kg/da).....	21
4.3.Lignoselülozik yapı.....	22
4.4. Besleme değerleri.....	26

4.5.Ham Protein içeriği (%)	28
4.6.Makro ve Mikro Besin Elementi İçerikleri	30
4.7.Suda özünebilir Şeker içeriği	34
4.8.Yağ asidi kompozisyonu	34
4.9.Antioksidan kapasite	37
4.10.Fenolik bileşikler.....	38
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	40
KAYNAKLAR	44
ÖZGEÇMİŞ	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan <i>Amaranthus</i> sp. türleri.....	14
Şekil 3.2. Farklı <i>Amaranthus</i> sp. türlerinin Amik Ovası koşullarında hasat edilen tohum örnekleri.....	15
Şekil 4.1. Amik Ovası koşullarında herhangi bir sıkıntı olmaksızın yetiştirilen <i>Amaranth</i> türleri.....	19

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan <i>Amaranth sp.</i> tür ve ekotipleri ile orijin merkezleri.....	10
Çizelge 3.2. Deneme alanının toprak özellikleri.....	11
Çizelge 3.3. Denemenin yürütüldüğü dönem ve uzun yıllar ortalaması iklim verileri (1960-2012 yılları arası).....	11
Çizelge 4.1. İncelenen <i>Amaranthus sp.</i> genotiplerinin salkım döneminde yeşil biyokütle verimleri (kg/da).....	20
Çizelge 4.2. İncelenen <i>Amaranthus sp.</i> genotiplerinin salkım döneminde kuru biyokütle verimleri (kg/da).....	21
Çizelge 4.3. Çiçeklenme sonrası, süt olum aşamasındaki <i>Amaranth</i> biyokütlesi lignoselülozik yapısına ilişkin ortalama değerler.....	25
Çizelge 4.4. Çiçeklenme sonrası, süt olum aşamasındaki <i>Amaranth</i> biyokütlesi besleme değerlerine ilişkin ortalama değerler.....	27
Çizelge 4.5. Çiçeklenme sonrası, süt olum aşamasındaki <i>Amaranth</i> biyokütlesi protein oranı (%) ilişkin ortalama değerler.....	29
Çizelge 4.6. Çiçeklenme sonrası, süt olum aşamasındaki <i>Amaranth</i> biyokütlesi makro ve mikro besin elementi kompozisyonu değerler.....	31
Çizelge 4.7. Çiçeklenme sonrası, süt olum aşamasındaki <i>Amaranth</i> biyokütlesi suda çözünebilir şeker içeriği değerleri.....	34
Çizelge 4.8. Çiçeklenme sonrası, süt olum aşamasındaki <i>Amaranth</i> biyokütlesi yağ asidi kompozisyonu değerleri.....	36
Çizelge 4.9. Çiçeklenme sonrası, süt olum aşamasındaki <i>Amaranth</i> biyokütlesi antioksidan kapasiteleri.....	37
Çizelge 4.10. Çiçeklenme sonrası, süt olum aşamasındaki <i>Amaranth</i> biyokütlesi fenolik bileşik içerikleri.....	39

1. GİRİŞ

Ülkemiz hayvancılığının en önemli sorunlarından birisini yem üretim sorunu oluşturmaktadır. Tarımsal kaynaklarımız incelendiğinde, hayvan yemi üretim kaynakları içinde doğal çayır meralarımızın önemli yer tuttuğu ortaya çıkmaktadır. Ülkemiz yüzeyinin yaklaşık ¼'ünü kapsayan bu yenilenebilir doğal kaynaklarımız yıllardan beri süregelen bilinçsiz bir kullanım sonucu bozulmuş ve verimsiz alanlar haline gelmişlerdir. Doğal meralarımızın bu durumu sadece hayvancılığımızı olumsuz yönde etkilemekle kalmayıp, aynı zamanda toprak ve su kaynaklarımızı da olumsuz yönde etkileyerek ülkemizin en önemli sorunlarından birisi olan erozyon sorununu da beraberinde getirmektedir. Bu sorunun çözümlenebilmesi yenilenebilir doğal kaynaklarımız olan meralarımızın uygun yöntemler ile ıslah edilerek yeniden bol ve kaliteli yem üretir duruma getirilmeleri ile mümkündür. Ancak bu işlemler öncesinde, tarla tarımı içerisinde yem bitkileri tarımını geliştirip, ıslah süreci içerisinde alternatif kaliteli yemi temin etmeden yapılacak çalışmaların başarılı olması beklenemez. Ülkemiz yenilenen tarım politikaları gereği arttırılan desteklemelerin de katkısıyla, son yıllarda özellikle yem bitkileri üretim noktasında önemli gelişmeler yaşanmasına karşın, yem bitkisi ekim alanımız toplam tarım alanı içerisinde %9-10 düzeyinde durağanlaşmış görünmektedir (Acar ve ark., 2015). Modern hayvancılık uygulamalarının görüldüğü ülkeler ile kıyaslandığında bu oranının oldukça düşük olduğu ortadadır. Öte taraftan Acar ve ark. (2015) mevcut ve yaygın olarak tarımı yapılmakta olan yem bitkilerine ilaveten, özellikle de marjinal alanların değerlendirilmesi konusunda alternatif yem bitkilerine ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadırlar.

Ülkemizin değişik bölgeleri için uygun yem bitkisi tür ve çeşitlerinin ortaya konulmasında, doğal vejetasyonda bulunan yabancı türler, mevcut çeşitler ve dış kaynaklı introduksiyon materyalden yararlanmak mümkündür.

Amaranthus sp. son yıllarda farklı tüketim amaçları ile popülaritesi artan türlerdendir. *Dicotyledoneae* sınıfından ve *Amaranthaceae* (Horozibiğigiller) familyasından olan horozibiği tek yıllık bir bitkidir. *Amaranthus* sp. türlerinin C4 karbon tutulum mekanizmasına sahip olmaları dolayısıyla birim alana gerçekleştirilen organik madde üretimleri oldukça yüksektir.

Amaranth cinsi bazı araştırmacılara göre 60 bazılarına göre se 87 tür içeren antik bir türdür. Amerika kıtası orijinli olan *Amaranth* aslında çok uzun bir tarihi geçmişe sahiptir. Tarihi bulgular bu cinse ait bazı türlerin 5000-7000 yıl öncesinde Aztekler ve Orta Amerika'da yaşayan diğer bazı topluluklarda yiyecek olarak kullanıldığını ortaya koymaktadır (Sauer, 1993). Araştırmacı ve tüketicilerin bu bitkiye olan ilgisi özellikle 1970'lı yıllardan sonra Amerika'dan dünyanın değişik bölgelerine yayılması ile hızla artmıştır. Bu ilgi özellikle de tahıllarla kıyaslanabilecek ya da onlardan daha iyi olan bazı besleme değerleri, yüksek sindirilebilirliği, tohum yağında bulunan kolesterol azaltıcı bir takım içeriğe sahip oluşu, yapraklarındaki yüksek karoten içeriği, glütenin olmayışı, prolamin ve gliadin gibi anti besinsel içeriklerin bulunmayışı dolayısıyla daha da artacak gibi görünmektedir. Artık lyak ve üriner sistem hastalıklarından fenilketonuri (PKU) tedavisinde bu cinse ait türlerden geliştirilen diyet ürünleri önerilir hale gelmektedir (Labajov ve ark., 2011).

Amaranth türlerine bağlı olarak sebze, ss bitkisi, yem bitkisi ve dane amaçlı kullanılabilir. Danelerindeki yüksek protein içeriği ve dengeli aminoasit dağılımı nedeniyle tohumları gıda sektöründe aranılır hale gelmiştir. Özellikle yüksek lizin içeriği bitki tohumlarını daha da kıymetli hale getirmektedir (Myers, 1999).

Amaranth bitkisi sahip olduğu C4 tipi fotosentetik özelliği sayesinde kuraklığa karşı sağladığı adaptasyon yeteneği ile yarı kurak bölgelerde dane ürünü için yetiştirilebilecek geleceğin tahıl bitkisi olma özelliğindedir. Bitkinin su ihtiyacının, buğdayın %42-47, mısırın %51-62, pamuğun %79'u kadar olduğu bildirilmektedir (Kauffman ve Weber, 1990). Öte taraftan kuraklığa tolerans yönünden *Amaranthus* türlerinin tepkileri de farklılık göstermektedir.

Üretim kolaylığı, çevresel stres faktörlerine yüksek toleransı ve toprak üstü aksamının kalitesi bu cinsin yem olarak kullanımı konusundaki olanakları da düşündürür hale getirmiştir. Nitekim farklı *Amaranth* türleri üzerinde yapılan çalışmalar bazı türlerin oldukça yüksek protein ve mineral madde içeriğine sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Cervantes, 1990; Cernov, 1992).

Bu önemli özelliklerine rağmen *Amaranth* türlerinin yem bitkisi olarak kullanımı konusunda çok fazla bilgi mevcut değildir. Yapraklarının %15-24 (kuru

madde üzerinden) protein içerdiği, yaklaşık 4 t da⁻¹ alınabilen kuru maddenin % 19 oranında protein içerdiği yapılan çalışmalarla bazı türler için ortaya konulmuş ise de kuru maddenin sindirilebilirliği ve ürünün silaj kalitesi konularında bilinmeyen pek çok parametre mevcuttur.

Yürütülmüş olan bu araştırma ile ülkemiz yem bitkileri tarımında alternatif bir ürün olarak bazı introduksiyon *Amaranth* türlerinin, Amik Ovası koşullarında yem kalite kriterleri ortaya konularak, türlerin hayvan besleme açısından toksisite bileşenlerinin olup olmadığı saptanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Adenike ve ark. (1980), *Amaranthus cruentus* L. türüne ait “Large Leaf”, “Light Red” ve “Local Green” çeşitlerini büyüme, gelişme ve mineral içerikleri açısından kıyasladıkları araştırmalarında, çeşitlerin morfolojik açıdan küçük farklılıklar ortaya koyarken N, Ca, Mg, Fe, ve Mn içerikleri bakımından önemli varyasyonlar gösterdiklerini, olgunlaşma süreleri aynı bulunan çeşitler içerisinde besleme değerleri dikkate alındığında “Local Green” çeşidinin ön plana çıktığını bildirmişlerdir.

Telek (1983), farklı tropikal kökenli bitkilerin verim ve bazı kimyasal içeriklerini Porto Rico koşullarında incelediğini, *Amaranth* cinsine ait *A. caudatus*, *A. cruentus*, *A. gangeticus*, *A. hypochondriacus*, *A. mantegazzianus* türlerinin kuru madde oranlarını sırası ile % 13.0, 14.6, 14.5, 11.5 ve 16.2, ham protein içeriklerini ise yine aynı sıra ile % 27.7, 28.3, 24.4, 27.9 ve 30.0 olarak saptadığını bildirmiştir.

Arellano ve ark. (1993), Amaranth samanının sindirilebilirliği ve azot içeriğinin arttırılabilmesi amacıyla, farklı zaman aralıklarında %3-5 oranında üre uygulamasının etkisini inceledikleri araştırmalarında, uygulamalarına bağlı olarak ham protein oranının kontrole kıyasla % 3’den %14.9’a çıktığını, lif oranında bir değişim saptanamadığını, bazı fitokimyasal özellikler ve yemin sindirilebilirliği açısından da iyileşme sağlayabiliyor olması dolayısıyla üre uygulamasının Amaranth’ın yem olarak değerlendirilmesi sırasında uygulanabilecek bir ön işlem olduğunu bildirmişlerdir.

Gregorová ve ark. (2001), *Amaranthus hypochondriacus* L. türünün verim ve bazı kalite özelliklerini Slovakya koşullarında, uzun yıllar süresince test ettiklerini, yıllar arasında kuru madde birikimi, protein verimi, lignoselülozik yapı ve mineral elementler açısından önemli farklılıklar ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar kuru biyokütle verimini 7.57-10.47 t⁻¹ha, protein verimini 134.9 mg g⁻¹ kuru madde, lif içeriğini 217.50 mg g⁻¹ kuru madde, mineral element dağılımını ise kuru biyokütlede 3.70 mg g⁻¹ P, 34.46 mg g⁻¹ K, 19.15 mg g⁻¹ Ca ve 10.27 mg g⁻¹ Mg şeklinde saptamışlardır.

Myers (2002), Amaranth fidelerinin erken gelişme dönemlerinde soya fasulyesi ile karıştırılabildiğini, gerek tarihsel süreçteki yoğun kullanımının ve gerekse günümüzde tekrar popüler bir bitki haline gelişinde bitkinin bir baklagil

olmamasına rağmen % 14-16 oranında protein içermesi, amino asit dengesinin oldukça iyi oluşu ve pek çok dane üründe eksikliği saptanan lizin amino asidi içeriği bakımından oldukça zengin olmasından kaynaklandığını bildirmiştir.

Akubugwo ve ark. (2007), Nijerya koşullarında yetiştirilen *Amaranthus hybridus* türüne ait biyokütlenin sadece yapraklarında besleme ve diğer kimyasal özellikleri test ettiklerini, yaprakların nem, kül, protein oranı, ham yağ oranı, lif içeriği ve toplam karbonhidrat içeriklerinin sıra ile % 84.48, 13.80, 17.92, 4.62, 8.61 ve 52.18 olarak saptandığını, kalori değerinin ise 268.92 Kcal/100 g olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar yaprak örneklerinin 7.43 mg⁻¹100 g Na, 54.20 mg⁻¹100 g K, 44.15 mg⁻¹100 g Ca, 231.22 mg⁻¹100 g Mg, 13.58 mg⁻¹100 g Fe, 3.80 mg⁻¹100 g Zn ve 34.91 mg⁻¹100 g P içerdiğini, karoten, tiamin, riboflavin, niasin, pyridoksin, askorbik asit ve tokoferoller bakımından oldukça zengin olduğunu, bununla birlikte 17 farklı amino asit saptadıklarını belirtmişlerdir. *Amaranth* yapraklarının çok düşük oranda toksinler içerdiğini bildiren araştırmacılar fenol içeriğini ise 0.35 mg⁻¹100 g olarak saptamışlardır.

Gorinstein ve ark. (2007), asitleştirilmiş metanol ekstraksiyonu ile toplam fenolik madde tayini neticesinde *Amaranthus hypochondriacus* L. türünde bu içeriği 41.4 EGA (gallic asit eşdeğer - mg/100 g kuru madde), *A. hybridus* türünde 40.5 mg EGA/100 g kuru madde, *A. cruentus* türünde ise 43 mg EGA/100 g kuru madde gerçekleşirken, bu değerlerin metanol ekstraksiyonunda aynı tür sırası ile 15.4, 15 ve 16 mg EGA/100 g kuru madde şeklinde oluştuğunu bildirmişlerdir.

Rita Rivelli ve ark. (2008), USDA-ARS'den temin ettikleri *Amaranth* cinsine ait 11 farklı genotiple İtalya koşullarında yürüttükleri çalışmalarında, *A. cruentus* türünün en kısa, buna karşılık *A. hybrid* türünün ise en uzun vejetasyon periyoduna sahip türler olduğunu, kuru biyokütle veriminin 15-23 t⁻¹ha arasında değişirken en yüksek verimin *A. cruentus*, *A. hypochondriacus*, ve *A. hybridus* türlerine ait genotiplerden elde edildiğini, 55.4 g/bitki ile bitki başına tohum veriminin en yüksek *A. hypochondriacus* türünde saptandığını, kısa yetiştirme süresi ve yüksek tane verimi dikkate alındığında *A. cruentus* türünün Akdeniz ekolojik koşullarına önerilebilecek en iyi tür olduğunu bildirmişlerdir.

Barba de la Rosa ve ark. (2009), *Amaranthus hypochondriacus* bitkisinin yüksek besleyici içeriği, nutrasötik bileşenleri ve tarımsal özellikleri sayesinde

kaliteli gıda açığı konusunda önemli katkılar sunabileceğini, elde ettikleri 1475-1422 kg ha⁻¹ tohum, % 17.3 protein verimi ve dengeli amino asit içeriğinin önemli bazı tarımsal ürünlerle kıyaslandığında oldukça ümitvar olduğunu, yüksek antioksidan kapasitesi ve fenolik bileşik kaynağı olabilme potansiyeli ve önemli ticari ürünlerin yetiştirilme zorluğunun bulunduğu kurak alanlarda alternatif bir ürün olabileceğini belirtmişlerdir.

Khandaker ve ark. (2009), günlük sıcaklık ve ışık yoğunluğu değişiminin *Amaranthus tricolor* bitkisinde biyokütle verimi, yaprak rengi ve betasiyanin birikimine etkisini inceledikleri çalışmalarında, farklı ekim zamanları uyguladıklarını, Kasım ve Nisan ekimlerinde düşük sıcaklıkların biyokütle verimi ve antosiyanin birikimini azalttığını, bu değerlerin Temmuz – Ağustos ekimlerinde, artan sıcaklık ve ışık yoğunluğu ile birlikte en yüksek oranlara ulaştığını bildirmişlerdir.

Rezaei ve ark. (2009), hasıl ve farklı oranlarda melas eklenerek silolanmış Amaran otunun yem kalitesini araştırdıkları çalışmada hem hasıl ve hem de silo yeminin Ca, K ve Mg açısından oldukça zengin P ve Na yönünden ise orta düzeyde olduğunu, silolamanın NDF ve suda çözünebilir karbonhidrat içeriklerini azalttığını, kuru madde, ADF, lignin, nitrat ve oxalik asit içerikleri üzerinde ise herhangi bir etki oluşturmadığını bununla birlikte ham protein içeriğini önemli derecede arttırdığını saptamışlardır. Araştırmacılar, biyokimyasal diğer bazı özelliklerdeki iyileşmeler dolayısıyla Amaran yeminin kurutulmak yerine silolanmasının hayvan besleme açısından daha avantajlı olabileceğini bildirmişlerdir.

Viglasky ve ark. (2009), yakın bir gelecekte pahalı olmayan, çevre dostu, yenilenebilir CO₂ kaynağı biyokütle talebinin artacağını, *Amaranth* türlerinin yüksek biyokütle, 15.48 – 16.61 MJ.kg⁻¹db arasında değişen üst ısıl değer ve yüksek ağır metal absorblama özellikleri ile özellikle kirlenmiş tarım alanlarında hem ıslah ve hem de biyoenerji amaçlı alternatif bir biyokütle kaynağı olabileceğini bildirmişlerdir.

Balodis ve ark. (2011), biyokütleden biyogaz üretim olanaklarının araştırıldığı bir çalışma kapsamında, farklı biyokütle bitkilerini yetiştirdiklerini, Amaran bitkisinden Letonya koşullarında 50.3 t⁻¹ha yeşil biyokütle ve 7.98 t⁻¹ha kuru biyokütle verimi elde ettiklerini, biyokütlenin 145 mg kg⁻¹ sülfür içerdiğini,

bununda biyogaz üretimi esnasında hidrojen sülfid (H_2S) birikimini arttırması nedeni ile metan üretim etkinliğini arttırdığını bildirmişlerdir. Öte taraftan araştırmacılar Amarant biyokütlesi kül içeriğini %10.17-22 olarak belirlediklerini, külde Cd 1 mg kg^{-1} , Co 5.05 mg kg^{-1} , Cu 11.28 mg kg^{-1} , Ni 4.9 mg kg^{-1} ve Zn ise 34.3 mg kg^{-1} miktarlarında bulunduğunu, dolayısıyla Amarant türlerinin biyoenerji üretiminin yanı sıra, ağır metal bulaşıklığı bulunan alanlarda önemli bir ağır metal temizleyicisi olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Abbasi ve ark. (2012), azot gübrelemesi ve hasat zamanlarının Amarant otunun besleme değerleri üzerindeki etkisini inceledikleri araştırmalarında, geciktirilen biçimlerde kuru madde, eter ekstrakt, suda çözünebilir karbonhidrat, ADF ve lignin oranlarının arttığını bununla birlikte ham protein, kül, Ca, P, K, Vit A₁- B₁-B₂, Nitrat, organik maddenin sindirilebilirliğinde azalma saptadıklarını belirtmişlerdir. Öte taraftan araştırmacılar artan N uygulamalarının ham protein oranı ve yemin sindirilebilirliğini arttırırken, vitamin B₂'yi azalttığını, ekimden 40 gün sonra hasat edilen Amarant otunun yüksek nitrat birikimi dolayısıyla hayvan sağlığı açısından sıkıntılar oluşturabileceğini, bununla birlikte 60. gün hasatlarında da protein ve sindirilebilirlik açısından sıkıntılar yaşanabileceğini bildirmişlerdir.

Štefúnová (2013), *Amarantus* cinsinin bazıları yabancı ot niteliğinde olan 60-70 farklı tür içerdiğini, bu türlerin farklı amaçlarla kullanımları için moleküler olarak tanımlamalarının yapılması gerektiğini, *GBSSI* markör geni ile türlerin nişasta kalitesi, guluten ve alfa-amilaz birikimi durumlarının kısa sürede saptanabileceğini bildirmişlerdir.

Venskutonis ve ark. (2013), *Amaranthus* cinsinin çok uzun yıllardan sonra, yüksek kalitedeki protein, doymamış yağ içeriği ve diğer çok kıymetli besinsel ve sağlıklı özellikleri dolayısıyla son yıllarda yeniden keşfedildiğini bildirmişlerdir. Bu aşama sonrası araştırmacıların bu tür ile ilgili çok sayıda çalışma yürüttüklerini saptaya araştırmacılar, bu araştırmaların *Amaranth* kimyasal kompozisyonu, antioksidan kapasitesi ve ürün işleme konularında yoğunlaştığını, kimyasal kompozisyon içerikleri açısından yağ ve yağ asidi kompozisyonları, protein profilleri, karbonhidratlar, lif içeriği, squalene, tokoferoller, fenolik bileşikler ve vitaminler üzerinde yoğunlaştığını bildirmişlerdir.

Araceli ve ark. (2014), *Amaranthus hypochondriacus* L. türünden bitki örneklerinde tohum ve yaprakların antioksidan kapasiteleri ve fenolik bileşik içeriklerine, ekstraksiyon ve solvent tipinin etkisinin incelendiği araştırmada, en yüksek antioksidan kapasitesinin 1070 trolox, toplam fenolik içeriğinin 619 EGA (gallic asit eşdeğer - mg/100 g kuru madde) değeri ile soksolet ekstraksiyonundan elde edildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, tohumlarda metanol yaprakta ise etanol'ün daha iyi bir ekstraksiyon solventi olduğunu, genel olarak yaprakların tohumlara kıyasla daha yüksek bir antioksidan kapasiteye sahip olduğunu saptamışlardır.

Rezaei ve ark. (2014), kuzu besiciliğinde mısır silajının Amarant silajı ile ikame edilmesi durumunda koyunlardaki verim artışını inceledikleri araştırmalarında, rasyonda artan Amarant silaj oranının yemin alımını ve günlük canlı ağırlık kazancını arttırdığını, yem etkinliği konusunda önemli bir bilgi edinemediklerini, mikrobiyel N temini ve koyunlarda N tutumu ile rumende butirik asit konsantrasyonunun arttığını, sonuç olarak rasyonda mısır silajının kısmi olarak amarant silajı ile 300 g/kg kuru maddeye kadar ikame edilmesinin Moghani kuzularının yem alımı ve büyüme performansları üzerinde önemli etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir.

Li ve ark. (2015), 3 farklı Amarant türüne ait yaprak, sap, tohum ve çiçek ekstraktlarının fitokimyasal karakterizasyonlarını belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmalarında temel betasiyanin bileşenlerinin amarantin ve isoamarantin olduğunu, 11 farklı fenolik bileşik saptadıklarını, toplam fenolik içeriğinin bitki parçaları ve türe bağlı olarak 1.04-14.94 mg/GAE g arasında değiştiğini, toplam flavanoid içeriğinin ise 0.27-11.4 CAE/g aralığında olduğunu ve Amarant türlerinin tüm bitki parçalarının iyi birer antioksidan kaynağı olduğunu vurgulamışlardır.

Renna ve ark. (2015), İtalyada koşullarında yenilebilir farklı türlerle yürüttükleri araştırmalarında, aslında bir yabancı ot olan *Amranthus retroflexus* türünün zengin bir mineral madde içeriğine sahip olduğunu, incelenen bitkilerin yetişme alanlarının yol kenarı veya iç bölgelerde olmasının bu içerik miktarını değiştirdiğini ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar iç bölgelerden hasat ettikleri *Amaranth* örneklerinde makro element içeriklerinin Na 0.19 g kg⁻¹, K 23.80 g kg⁻¹, Ca 22.53 g kg⁻¹, Mg 6.48 g kg⁻¹ seviyelerinde olduğunu saptamışlardır.

Swieca ve ark. (2015), *Amaranth* unu ile takviye edilmiş ekmeklerle beslenen ratlarda, 14 günlük besleme sonrasında trombosit seviyesinin önemli ölçüde artarken, kolesterol seviyesinin düştüğünü saptamışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak 3 farklı *Amaranth* sp. türüne ait 6 ekotip kullanılmıştır. Kullanılan genotipler farklı orjin merkezlerine ait tohumlar olup, Amerikan Tarım Bakanlığı Genetik Kaynakları Koruma Birimi (USDA ARS) koleksiyonundan 2013 yılı içerisinde temin edilmiştir. Kullanılan türlerin adları ve orjin merkezleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan *Amaranth* sp. tür ve ekotipleri ile orjin merkezleri

No	Genotip	Orijin
1	<i>Amaranthus caudatus</i> L.	Bolivia
2	<i>Amaranthus cruentus</i> L.	Mexico
3	<i>Amaranthus cruentus</i> L.	Zimbabwe
4	<i>Amaranthus cruentus</i> L.	Mexico, Puebla
5	<i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.	Mexico, puebla
6	<i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.	India, Himachal Pradesh

3.2. Deneme Alanının Özellikleri

3.2.1. Denemenin yürütüldüğü arazinin toprak özellikleri

Amik ovası topraklarının geneli tarandığında büyük bölümünün % 34 vertisol, % 25 entisol ve % 20 inceptisol karakterli, organik maddece oldukça fakir yapılı topraklar oldukları görülmektedir (Kılıç, 2004).

Denemenin yürütüldüğü alan topraklarına ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.2’de görülmektedir.

Çizelge 3.2. Deneme alanının toprak özellikleri

Saturasyon (%)	Toplam Tuz (%)	pH	Kireç (%)	Fosfor (kg/da)	Org. Madde (%)
59	0.0078	7.12	6.45	7.41	1.93
Killi-Tınlı	Tuzsuz	Hafif alkali	Orta	Orta	Az

Çizelge 3.2.'de izlendiği gibi araştırma alanı toprakları killi-tınlı bünyede, hafif alkali reaksiyonlu, orta derecede kireç ve fosfor içeren, organik maddece zayıf topraklardır.

3.2.2. Denemenin yürütüldüğü döneme ait iklim verileri

Denemenin yürütüldüğü Amik Ovası koşulları; sıcak ve kurak bir yaz periyodu ile % 67 ortalama nem ve yıllık 1124 mm ortalama yağışın saptandığı ılıman bir kış ile karakterize olmuş tipik bir Akdeniz iklimi bölgesidir (Kılıç, 2009).

Araştırmanın yürütüldüğü 2013 yılında toprak hazırlığı ve öncesi, ekim, bitki büyüme ve gelişme dönemleri ile hasada kadar olan süreyi kapsayan aylara ait minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık ile ortalama nem değerleri ile 1960-2012 yılları arası uzun yıllar ortalaması iklim değerleri Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Denemenin yürütüldüğü dönem ve uzun yıllar ortalaması iklim verileri (1960-2012 yılları arası)

Aylar	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama Nem (%)
Ocak	12,0	6,4	8,8	95,1
Şubat	16,3	9,3	12,0	74,5
Mart	19,9	9,5	14,3	57,0
Nisan	23,4	13,4	18,0	65,3
Mayıs	28,3	18,9	22,8	63,2
Haziran	29,4	22,2	25,5	60,1
Temmuz	30,4	24,6	26,4	57,7
Ağustos	30,6	22,9	27,0	59,3
Eylül	33,2	21,8	27,4	57,3

Çizelge 3.3. Denemenin yürütüldüğü dönem ve uzun yıllar ortalaması iklim verileri (1960-2012 yılları arası)

Aylar	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama Nem (%)
Ocak	12.2	4.6	8.2	75
Şubat	14.3	5.6	9.8	72
Mart	18.3	8.5	13.2	69
Nisan	22.5	12.3	17.2	68
Mayıs	26.5	16.2	21.2	67
Haziran	29.2	20.8	24.8	67
Temmuz	31.1	23.8	27.2	69
Ağustos	31.9	24.5	27.7	69
Eylül	31.1	21	25.6	66

Denemenin yürütüldüğü döneme ait iklim verilerinin uzun yıllar ortalaması değerlerinden çok önemli farklılıklar göstermemiştir. Ancak araştırma yılı kış yağışları açısından çok kurak geçmiştir. Çok uzun yıllardır görülmeyen bu kuraklık yer altı su kaynaklarının da özellikle Amik Ovası koşullarında azalmasına neden olmuştur.

3.3. Yöntem

Araştırma Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Telgaliş Araştırma ve Uygulama Çiftliği taban arazi sulu koşullarında yürütülmüştür (35° 47'-36° 24' D / 35° 48'-36° 37' K ve 85 m ortalama rakım).

Amerikan Tarım Bakanlığı Genetik Kaynakları Koruma Biriminden (USDA ARS) her bir genotip için sadece 200'er tohum temin edilebilmiştir. Bu nedenle çalışma koleksiyon bahçesi şeklinde tesis edilmiş olan alanda yürütülmüştür.

Çalışmanın yürütüldüğü arazide tarla hazırlıkları 2013 Nisan - Mayıs aylarında pullukla sürüm sonrasında, 2 diskaro ve tapan çekimi şeklinde yapılmıştır. Sıralar aynı yıl Haziran başında, kültivatör ayakları ile ve tohumların çok küçük olması dolayısıyla gayet yüzlek olacak şekilde açılmıştır. Koleksiyon bahçesi her bir tür için 3.2 m uzunluğunda, 50 cm aralıklarla açılan 4 sıradan oluşturulmuştur. Sıra üzeri 40 cm olacak şekilde ayarlanan parseller $2 \times 3.2 = 6.4 \text{ m}^2$ boyutunda tesis edilmiştir.

Oluřturulan parsellerde sıra üzerine gelecek şekilde damlama hortumları dōřenmiř ve sulama damlama sulama şeklinde, toprak nemi ve bitki ihtiyaçı kontrol edilerek gerektiği sūrelerle yapılmıştır.

Gūbre Amonyum Nitrat formunda dekara 10 kg saf N olacak şekilde planlanmış, çıkış sonrası ve çiçeklenme başlangıçı dōneminde olacak şekilde iki dōneme bōlmek suretiyle uygulanmıştır.

Yabancı ot mūcadelesi çıkış sonrasında itibaren, ihtiyaç duyulduğu anlarda elle yapılmıştır.

Bitkilerde herhangi bir hastalık gōzlenmemekle birlikte çiçeklenme dōnemi öncesinde başlayan sap kurdu problemi yaşanmış, ancak insektisit uygulaması yapılmamıştır.

ıkış ve sonrasında gerekli morfolojik gōzlemleri yapılan deneme parsellerinde hasat, ana sapta tepe salkımlarda daneler sūt olum dōneminde iken yapılmıştır. Bu dōnemde yan dallarda çiçeklenmenin başlangıç dōneminde olması dikkate alınmamıştır (şekil 3.1).

Tohum hasadı bitkilerin fizyolojik olum dōnemlerinde, tūm salkımın hasadı ile yapılmıştır. Salkımların doğal koşullarda tam kuruması sonrasında uygun boyutlu elekler yardımı ile tohumlar kavuzlarından ayıklanmıştır (şekil 3.2).



a



b



c



d



e



f

Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan *Amaranthus* sp. türleri. a) *A. caudatus* L. Bolivia, b) *A. cruentus* L. Mexico, c) *A. cruentus* L. Zimbabwe, d) *A. cruentus* L. Mexico, Puebla, e) *A. hypochondriacus* L. Mexico, Puebla, f) *A. hypochondriacus* L. India, Himachal Pradesh



1



2



3



4



5



6

Şekil 3.2. Farklı *Amaranthus sp.* türlerinin Amik Ovası koşullarında hasat edilen tohum örnekleri

3.4. İncelenen Özellikler

3.4.1. Yeşil Biyokütle Verimi (kg/da)

Her parselde tanımlanan dönemde, 2 sıra yerden 15 cm yüksekliğinde hasat edilmiş ve su kaybetmeden tartılarak parsel verimi ve alan hesabından dekara verimleri yeşil biyokütle verimi olarak kaydedilmiştir.

3.4.2. Kuru biyokütle verimi (kg/da)

Yeşil biyokütle verimi tespit edilen parsellerden 1 kg numune alınıp, muhtemel bulaşıklıklara karşı sürekli akan çeşme suyu altında yıkanmış ve saf su ile durulanmıştır. Örnekler etüvde 65 °C'de 24 saat kurutulduktan sonra tartımları yapılmış ve kuru biyokütle oranları belirlenmiştir. Elde edilen oranların yeşil ot verimleri ile çarpılması ile birim alana kuru biyokütle verimleri elde edilmiştir.

Kurutulmuş bitki örnekleri, aşağıda detayları verilen laboratuvar analizleri için değirmende ≤ 0.5 mm boyutunda öğütülmüş ve hemen kullanılmayacak olanlar +4 °C'de buzdolabı koşullarında saklanmıştır.

3.4.3. Lignoselülozik yapı

Araştırmada her genotipe ait bitki örneklerinde NDF, ADF ve ADL analizleri yapılmıştır.

NDF, ADF ve ADL analizleri Van Soest ve ark. (1991)'e göre, Ankom filter bag tekniği ile sodyum sülfid kullanılmadan α - amylase ilave edilerek, A220 Fiber Analyzer (ANKOM Technology, Fairport, NY) cihazı kullanılarak yapılmıştır.

Genotiplerin selüloz içerikleri; ADF-ADL formülüne göre hesaplanırken, hemiselüloz içerikleri; NDF-ADF hesaplaması ile ortaya konulmuştur.

3.4.4. Besleme değerleri

Amarant genotiplerine ait biyokütlelerin sindirilebilirlik, alım, enerji ve göreceli yem değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımı ile teorik olarak hesaplanmıştır.

Sindirilebilir kuru madde (SKM); (%)

$$SKM \% = 83.58 - 0.824 ADF \% + 2.626 N \% \text{ (Oddy ve ark., 1983)}$$

Kuru madde tüketim (alımı) (KMT);

$$KMT (\%BW \text{ (canlı ağırlık)}) = 120 / \% NDF \text{ (Moore ve Undersander, 2002)}$$

Metabolize olabilir enerji değeri (ME);(MJ/kg)

ME = 0.17 DMD % - 2 (AOAC, 1980).

Göreceli vem değeri (GYD);

GYD = (SKM x KMT) / 1.29 Undersander ve ark. (1993).

3.4.5. Ham Protein içeriği

Amarant biyokütlesi örneklerinde azot içerikleri Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Bu amaçla kurutulmuş numuneler 1 mm gözenekli elekten geçirilerek, 0.5 g tartılmış ve azot içerikleri yaş yakma yöntemi ile saptanmıştır. Belirlenen azot değerlerinin 6.25 dönüşüm katsayısı ile çarpılması ile genotiplerin % protein içerikleri belirlenmiştir (Bulgurlu ve Ergül, 1978).

3.4.6. Makro ve Mikro Besin Elementi İçerikleri

65 °C'de 24 saat süre ile kurutulup partikül büyüklükleri ≤0.5 mm olacak şekilde öğütülen toz halindeki örnekler HNO₃ + HClO₄ çözelti karışımında çözülerek, ICP-AES (Varian Liberty Series II) cihazında, Jones (1991) tarafından açıklanan yöntemle analiz edilmiş ve örneklerin Ca, Mg, Na, K, P, Fe, Cu, Mn ve Zn içerikleri belirlenmiştir.

3.4.7. Suda çözünebilir şeker içeriği

İncelenen genotiplere ait suda çözünebilir şeker içerikleri Antron yöntemi ile saptanmıştır(Thomas, 1953). Antron çözeltisi ile muamele edilen örneklere ait solüsyon Shimadzu UV – 1201 (Kyoto, Japonya) marka spektrofotometrede, 620 nm dalga boyunda okunmuştur.

3.4.8. Yağ asidi kompozisyonu

Öğütülmüş biyokütle örnekleri n-hexan ile muamele edilmiş ve 4 saat süre ile soksolet cihazında kaynatılarak, genotiplere ait sabit yağ elde edilmiştir. Sabit yağ petrol eteri ile esterleştirilmiş ve 2 ml 2 M KOH eklenmiştir. Metil esterler FID dedektörlü HP 6890/5972 GC MS cihazında analiz edilmiş ve genotiplere ait yağ asidi kompozisyon ve miktarları saptanmıştır.

3.4.9. Antioksidan kapasite

Öğütülmüş örnekler ¼ oranındaki metanol/su karışımı ile muamele edilmiş ve 3.9 ml 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) çözeltisi ilave edilmiştir. Çalkalanıp 30 dakika oda sıcaklığında bekletilen çözelti, 515 nm dalga boyunda Shimadzu UV-1700 (Kyoto-Japan) marka spektrofotometre cihazında okunmuş ve saptanan değer trolox eşitliği olarak her bir genotip için antioksidan kapasite olarak belirlenmiştir.

3.4.10. Fenolik bileşikler

0.5 g öğütülmüş örnek % 80'lik metanol ile muamele edilerek 30 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Karışım 15 dk süre iel 3800 g dönme hızında santrifüj edilmiş ve metanol dökülerek süpernatant alınmıştır. Bu işlem 3 kez tekrarlanmış ve son aşamada süpernatant 5 ml n-hexan ile muamele edilmiştir. Rotary evaporatörde kurutulan örnek metanol ile muamele edilmiş ve oluşan ekstrakt sanrifüj edildikten sonra 0.2 µm çaplı filtreden geçirilmiştir. Fenolik bileşiklerin miktar ve tanılması LC-DAD-ESI-MS/MS kombine sistemi kullanılarak analiz edilmiştir.

3.5.Verilerin değerlendirilmesi

Araştırmadan elde edilen veriler SPSS istatistik paket programında analiz edilerek her bir tür veya ekotip için özelliklerin min-max değerleri ve standart sapmaları belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Amerika Kıtası orijinli bazı *Amaranthus* sp. türlerinin ülkemiz Amik Ovası koşullarındaki adaptasyon çalışmalarında, introduksiyon materyalin ilk ekim yılı olmasına rağmen herhangi bir sıkıntı yaşanmaksızın rahatlıkla yetiştirilebileceği gözlenmiştir (Şekil 4.1). Bununla birlikte fizyolojik olum sonrasında her bir genotipten yüksek oranda fertil tohum hasat edilmiştir. Bu durum Amik Ovası koşullarında çiçeklenme döneminde gözlenen yüksek sıcaklıkların Amaranth türlerinde döllenme bozuklukları oluşturmadığını göstermektedir. Amaranth bir C4 bitkisidir, dolayısıyla ışık ve su kullanım etkinliği oldukça yüksektir. Akdeniz ekolojik koşulları bu tip bitkilerin yaşamı için optimum ortam ortaya koyabilecek potansiyeldedir. Bu nedenle introduksiyon materyalin bu koşullara adaptasyonunda herhangi bir sıkıntı yaşanmaması beklenen bir durumdur.



Şekil 4.1. Amik Ovası koşullarında herhangi bir sıkıntı olmaksızın yetiştirilen Amaranth türleri; a) *A. hypochondriacus* L. b) *A. cruentus* L.

Türlerin ortalama olgunlaşma süresi 110 gün olarak saptanmıştır. Bu süre türlerin yeşil yem olarak hasat edildiği durumlar için ortalama 85 gün olarak belirlenmiştir. Rivelli ve ark.(2008) *Amaranthus* türlerinin olgunlaşma süreçleri arasında önemli farklılıklar bulunduğunu, İtalya koşullarında bu açıdan en erkenci türün 115 günlük olgunlaşma süreci ile *A. cruentus* olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmada *A. hybrid* için olgunlaşma süresi 163 olarak belirlenmiş ve hasadın kasım ayına denk gelmesinin önemli sıkıntılar yarattığı vurgulanmıştır. Çalışmamızda saptadığımız olgunlaşma gün sayılarının literatür bildirişinin oldukça altında saptanması, denemelerin yürütüldüğü yıllar arası iklim koşulları farklılıkları ve başta toprak faktörleri olmak üzere diğer bazı ekolojik farklılıklardan kaynaklanmış olabilir.

4.1. Yeşil Biyokütle Verimi (kg/da)

Araştırmada incelenen Amaranat türleri arasında yeşil biyokütle verimleri açısından önemli varyasyonlar saptanmıştır (Çizelge 4.1)

Çizelge 4.1. İncelenen *Amaranthus* sp. genotiplerinin salkım döneminde yeşil biyokütle verimleri (kg/da)

Türler	Yeşil Biyokütle Verimi \pm SH
<i>A.caudatus</i> (Bolivia)	6.369 \pm 19.9
<i>A.cruentus</i> (Mexico)	7.139 \pm 14.7
<i>A.cruentus</i> (Zimbabwe)	6.405 \pm 19.8
<i>A.cruentus</i> (Mexico, Puebla)	8.644 \pm 14.1
<i>A.hypochondriacus</i> (Mexico, Puebla)	7.143 \pm 13.5
<i>A.hypochondriacus</i> (India, Himachal Pradesh)	7.075 \pm 10.5

Yeşil biyokütle verimi türlere ve ekotiplere bağlı olarak 6.3-8.6 t/da aralığında değişim göstermiştir. Bu açıdan *A.cruentus* L. türüne ait Mexico, Puebla ekotipi en üstün genotip olarak belirlenirken, *A.caudatus* L. türüne ait Bolivia ekotipi en düşük yeşil biyokütle üreten genotip olmuştur. *A.cruentus* L. türüne ait ekotiplerin verimleri birbirlerinden oldukça farklı gerçekleşirken, *A.hypochondriacus* L. türüne

ait farklı coğrafi orijinli ekotipler, Amik Ovası koşullarında benzeşen yeşil biyokütle verimleri ortaya koymuşlardır.

Balodis ve ark. (2011) Letonya koşullarında Amarant için yeşil biyokütle verimini 56.4 t/ha olarak saptadıklarını bildirmişlerdir. Bir C4 bitkisi için Letonya ekolojik koşulları düşünüldüğünde elde edilen sonucun oldukça yüksek olduğu görülecektir. Öte taraftan C4 bitkileri için optimum koşullar sunabilen Akdeniz ekolojik koşullarında saptadığımız biyokütle verimleri bu değerlerle kıyaslandığında gayet normaldir.

4.2. Kuru Biyokütle Verimi (kg/da)

Araştırmada kapsamında incelenen Amarant türleri arasında kuru biyokütle verimleri açısından önemli değişimler tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Kuru biyokütle verimi türlere ve ekotiplere bağlı olarak 945,6-1945,0 kg/da aralığında değişim göstermiştir. Kuru biyokütle verimleri açısından yeşil biyokütle veriminde olduğu gibi *A.cruentus* L. türüne ait Mexico, Puebla ekotipi en yüksek verimli genotip olarak belirlenirken, *A.caudatus* L. türüne ait Bolivia ekotipi en düşük kuru biyokütle üreten genotip olmuştur. Farklı türlere ait ekotipler farklı coğrafi bölgelerde kuru biyokütle verimleri açısından önemli farklılıklar ortaya koymuşlardır.

Çizelge 4.2. İncelenen *Amaranthus* sp. genotiplerinin salkım döneminde kuru biyokütle verimleri (kg/da)

Türler	Kuru Biyokütle Verimi \pm SH
<i>A.caudatus</i> (Bolivia)	945,6 \pm 18.4
<i>A.cruentus</i> (Mexico)	1.594 \pm 11.1
<i>A.cruentus</i> (Zimbabve)	1.115 \pm 12.7
<i>A.cruentus</i> (Mexico, Puebla)	1.945 \pm 9.4
<i>A.hypochondriacus</i> (Mexico, Puebla)	1.442 \pm 12.7
<i>A.hypochondriacus</i> (India, Himachal Pradesh)	1.385 \pm 8.2

Rivelli ve ark. (2008) Güney İtalya koşullarında *A. caudatus* türünün Peru orijinli genotipinden yaklaşık 1.8 t/da kuru ot verimi aldıklarını bildirmişlerdir. Elde

edilen sonuç Amik ovası koşullarında saptadığımız değerler oldukça üzerinde bulunmuştur. Öte taraftan araştırmacılar bazıları çalışmamızda kullandığımız diğer tür ve ekotipler için de 1.5-2.3 t/da aralığında değişen daha yüksek verimler elde etmişlerdir. Bu durumun ekolojik ve kültürel uygulamalar arası farklılıklardan kaynaklandığını söylemek mümkündür. Nitekim bahse konu çalışmada N gübrelemesine ilaveten fosfor uygulaması da yapılmış ve yetiştirme sezonu da normalden daha yağışlı geçmiştir. Bununla beraber olgunlaşma süresinin 160 güne kadar çıktığı bildirilmiştir. Dolayısıyla daha fazla miktarda kuru madde birikiminin olması beklenen bir durumdur. Nitekim Gregorova ve ark. (2001) vejetasyon süresinin daha kısa olduğu Slovakya koşullarında Amaranat türleri için vejetatif gelişme sürecinin ortalama 48 günde tamamlandığını ve çiçeklenme aşamasında yapılan hasat neticesinde kuru ot verimlerinin 899-1.047 kg/da arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar benzer ekolojik şartlara sahip Litvanya koşulları için Svirskis (2003) tarafından da ortaya konulmuştur.

4.3. Lignoselülozik yapı

Amik Ovası koşullarında adaptasyon yetenekleri test edilen introduksiyon Amaranat türlerinin lignoselülozik yapısı açısından yapılan değerlendirmede türler arasında çok büyük olmasa da istatistiksel olarak önemli olan farklılıklar bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 4.3).

Türlerin ortalama NDF değerleri % 37.19 ile % 42.92 aralığında değişim göstermiştir. Bu açıdan en yüksek ortalama *A. caudatus* türünde saptanırken, *A. cruentus* türüne ait Zimbabwe ekotipi oldukça düşük bir değer ortaya koymuştur. Aynı türün Mexico ekotipi en yüksek NDF ortalamasına yakın bir değer oluştururken, aynı türe ait diğer ekotipin ise en düşük ortalama ile istatistiki açıdan benzeşen bir NDF oranı ortaya koyduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde *A. hypochondriacus* türünün India ekotipinde de en düşük ortalamaya yakın bir oran saptanırken, aynı türün diğer ekotipinde NDF oranı en yüksek ortalamanın elde edildiği *A. caudatus* türündeki ile benzeşen istatistiki grupta yer almıştır. İncelenen türlerin ADF oranları tür ve ekotiplere bağlı olarak ortalama % 17.67 ile % 27.44 aralığında değişim göstermiştir. Bu açıdan da yine *A. cruentus* türüne ait Zimbabwe ekotipinin, hayvan besleme açısından en üstün özellikteki genotip olduğu belirlenmiştir. Aynı tür olmasına rağmen Mexico ekotipi yüksek ADF içeriğine sahip

genotiplerden birisi olarak belirlenmiştir. İncelenen tür ve ekotipler arasında en yüksek ADF içeriği *A. hypochondriacus* türünün Mexico, Puebla ekotipinde saptanmıştır. Bu durumun tersine aynı türün India ekotipinin ADF içeriği oldukça düşük olarak belirlenmiştir.

Yapılan kimyasal incelemeler *A. cruentus* türüne ait Zimbabwe ekotipinin en düşük lignin içeriğine sahip genotip olduğunu ortaya koymuştur. Tür ve ekotiplere bağlı olarak incelenen genotiplerin lignin içerikleri % 3.48-5.61 aralığında değişim göstermiştir. *A. caudatus* türü en yüksek lignin içeriğine sahip tür olarak belirlenirken, en düşük ortalamanın saptandığı türün diğer ekotipleri de yüksek lignin içeriğine sahip türler olarak belirlenmiştir. Aynı durum *A. hypochondriacus* türüne ait ekotipler açısından da benzer şekilde gerçekleşmiş ve tür içinde bu özellikler açısından farklılaşmalar saptanmıştır.

Bu değerlerin bir ürünü olan selüloz ve hemiselüloz içerikleri, üstün özellikler gösteren türler de benzer sonuçlar olarak gözlenmiştir. Türlerin selüloz içerikleri % 14.19-22.52 aralığında değişim gösterirken, *A. cruentus* türüne ait Zimbabwe ekotipinin en düşük ortalama sahip tür olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber hemiselüloz içeriği yine aynı türün farklı bir ekotipi olan Mexico genotipinde % 33.55 ortalama ile saptanmış ise de istatistiki veriler bu ortalamanın Zimbabwe ekotipinde saptanan % 33.71 oranındaki değerden farklı olmadığını ortaya koymuştur.

İncelenen Amarant türlerinin, salkım aşamasındaki biyokütlerine ait lignoselülozik yapının, kaliteli bir kaba yemden elde edilebilecek değerlere çok yakın hatta daha üstün özelliklerde olduğu görülmüştür. Üstelik bir C4 bitkisi için böylesi bir durumun ortaya çıkmış olması ilginçtir. Zira C3 bitkileri biyokimyasal yapılarında yüksek oranlarda yapısal olmayan karbonhidratlar, protein ve su biriktirirken, daha düşük seviyelerde lifli bir yapı oluştururlar. Buna karşılık C4 bitkileri tam tersi bir durum ortaya koyarlar (Barbehenn ve ark., 2004). Yaptığımız gözlemlerde Amarant türlerinin yüksek oranda yaprak ve çiçek salkımı taşıdıklarını ve yapının hasat döneminde de aynı olduğu belirlenmiştir. Nitekim Rivelli ve ark. (2008) sadece *A. hybridus* ve *A. caudatus* türlerinde sap oranının yaprak+salkım oranından daha fazla olduğunu, çalışmamızda da kullandığımız aynı tür ve ekotipler için için yaprak+salkım oranının sap oranının çok üstünde veya eşit olduğunu

bildirmişlerdir. Nitekim araştırmacılar, çalışmamızda da pek çok kriter açısından üstün özellikler gösteren *A. cruentus* türüne ait Zimbabwe ekotipi için kuru maddede yaprak+salkım / sap oranını 1.42 olarak belirlemişlerdir. Bununla birlikte çalışmamızda da denenmiş olan *A. cruentus* Mexico ekotipi için ise aynı oranı 4.25 olarak saptamışlardır.

Yaprak oranının ykseklėđi lignoselülozik yapıdaki birikimin düşüklüğünün göstergesi iken sap oranının ykseklėđi tersi bir durum ortaya koyar. Nitekim araştırmacılar tarafından sap oranı yüksek olarak bildirilen *A. caudatus* türü, çalışmamızda da en yüksek lignin birikimine sahip türü olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla pek çok trdeki, yüksek oranda yapraklılık sebebiyle çalışmamızda yüksek kalitede ot elde etmiş olmamız beklenen bir sonuçtur.

Çizelge 4.3. Çiçeklenme sonrası, süt olum aşamasındaki *Amaranth* biyokütlesi lignoselülozik yapısına ilişkin ortalama değerler.

	Türler					
	<i>A.caudatus</i> (Bolivia)	<i>A.cruentus</i> (Mexico)	<i>A.cruentus</i> (Zimbabve)	<i>A.cruentus</i> (Mexico, Puebla)	<i>A.hypochondriacus</i> (Mexico, Puebla)	<i>A.hypochondriacus</i> (India, H Pradesh)
Lignoselülozik Yapı (%)	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.
% NDF	42.92±0.18 c	42.53±0.08 c	37.19±0.38 a	38.15±0.11 ab	41.60±2.53 bc	38.65±0.63 ab
% ADF	23.85±0.18 d	26.17±0.02 e	17.67±0.16 a	20.74±0.15 c	27.44±0.35 f	19.53±0.63 b
% ADL	5.61±0.31 d	4.72±0.04 c	3.48±0.13 a	4.60±0.13 c	4.92±0.12 c	3.97±0.00 b
% Selüloz	18.24±0.13 c	21.45±0.01 d	14.19±0.03 a	16.14±0.01 b	22.52±0.48 e	15.56±0.64 b
% Hemiselüloz	37.15±0.50 b	37.81±0.04 b	33.71±0.25 a	33.55±0.02 a	36.68±2.41 ab	34.68±0.64 ab

ABD Tarım Bakanlığı (USDA) kalite rehberi yüksek kalitedeki yonca otu için NDF oranının % 36-40 ve ADF oranının % 29-32 aralığında olmasını öngörmektedir. Kaya (2008) ise yonca otu erken çiçek dönemi için aynı değerleri sırası ile % 43 ve % 33 olarak belirlemiştir. Çalışmamızda *Amaranth* otu için saptadığımız değerler bu öngörülere oldukça yakın hatta daha altındadır. Dolayısıyla çalışılan *Amaranth* türlerinin büyük çoğunluğu için yüksek kalitede bir ot ürettiklerini söylemek mümkündür.

4.4. Besleme değerleri

Araştırmada kullanılan introduksiyon Amaranth türleri için Amik Ovası koşullarında teorik olarak hesaplanan sindirilebilirlik, kuru maddenin alımı, metabolize olabilir enerji miktarı ve göreceli yem değerleri ile ifade edebileceğimiz besleme veya kalite verileri, türler ve ekotiplere bağlı olarak önemli değişimler göstermişlerdir (Çizelge 4.4).

Araştırmada incelenen türlere ait sindirilebilir kuru madde oranı 2.79-3.22 aralığında değişim göstermiştir. Bu açıdan *A. cruentus* türüne ait Zimbabwe ekotipi en kaliteli kaba yemi ortaya koyarken, aynı türün Mexico ekotipi ile *A.hypochondriacus* türünün India ekotipinde saptanan değerler bu ortalamadan istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. *A. caudatus* türünde saptanan sindirilebilirlik değerlerinin ise oldukça düşük olduğu ancak bu ortalamanın da *A.hypochondriacus* türünün Mexico ekotipi için belirlenen oran ile benzeştiği görülmüştür.

Amaranth otu kuru maddesinin tüketimi veya alımı değerleri 67.52 ile 75.13 arasında değişim göstermiştir. *A.cruentus* türüne ait Zimbabwe ekotipinden elde edilen otun bu açıdan oldukça kaliteli olduğu belirlenmiştir. *A.hypochondriacus* türünün Mexico ekotipi en düşük alım değerlerini ortaya koyarken, aynı türün India ekotipinin bu açıdan oldukça yüksek bir ortalama sergilediği görülmektedir.

Kuru maddenin tüketimi ile NDF'nin sindirilebilirliği arasında pozitif bir ilişki vardır. Öte taraftan NDF sindirilebilirliği hayvanın kaba yemden sağlayacağı enerjiyi daha kesin oranlarda tahmin etmek amacıyla kullanılan bir parametredir (Kaya, 2008). Dolayısıyla yemin metabolize olabilir enerji içeriği ile KMT arasında da doğrusal ilişki olması beklenir.

Çizelge 4.4. Çiçeklenme sonrası, süt olum aşamasındaki *Amaranth* biyokütlesi besleme değerlerine ilişkin ortalama değerler.

	Türler					
	<i>A.caudatus</i> (Bolivia)	<i>A.cruentus</i> (Mexico)	<i>A.cruentus</i> (Zimbabwe)	<i>A.cruentus</i> (Mexico, Puebla)	<i>A.hypochondriacus</i> (Mexico, Puebla)	<i>A.hypochondriacus</i> (India, H Pradesh)
Besleme	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.
Değerleri						
SKM (%)	2.79±0.01 c	2.82±0.00 b	3.22±0.03 a	3.14±0.00 ab	2.91±0.17 bc	3.10±0.05 ab
KMT	70.32±0.14 d	68.50±0.02 e	75.13±0.13 a	72.73±0.11 c	67.52±0.27 f	73.68±0.49 b
ME(MJ/kg)	9.95±0.02 d	9.64±0.00 e	10.77±0.02 a	10.36±0.02 c	9.47±0.04 f	10.52±0.08 b
GYD	152.4±0.35 b	149.8±0.32 b	187.9±2.26 a	177.3±0.81 a	152.5±8.68 b	177.5±4.11 a

Nitekim araştırma sonuçlarımız bunu teyit eder niteliktedir. İncelenen türlerin ME içerikleri 9.47-10.77 aralığında değişim göstermiş ve genotipler açısından minimum maksimum ortalamalar KMT ile paralel bir şekilde gerçekleşmiştir.

Göreceli yem değeri (GYD) kaba yemin kalitesinin değerlendirilmesi ve pazarlanmasında kullanılan ve kuru maddenin hayvan tarafından ne kadarının alınıp, nasıl bir enerji sağlayabileceğini ifade eden bir indeksleme yöntemidir (Kaya, 2008). Araştırma kapsamında değerlendirilen *Amaranth* türlerinin göreceli yem değerleri 149.8-187.9 aralığında değişim göstermiştir. Bu açıdan *A.cruentus* türüne ait Zimbabwe ekotipi en kıymetli otu üretirken, aynı türün Mexico-Puebla ve *A.hypochondriacus* türünün India ekotiplerinden elde edilen GYD indekslerinin en yüksek değerden istatistiksel olarak farklı olmadığı görülmüştür. *A.cruentus* türüne ait ekotipi Mexico ekotipi GYD indeksleme yöntemine göre en kalitesiz otu üretmiş görülmüş, bu otun *A.caudatus* ve *A.hypochondriacus* türünün Mexico, Puebla ekotipleri ile benzeşen değerde olduğu saptanmıştır.

GYD indeksleme sistemi yonca otu üzerinden yapılan bir derecelendirmedir. Yonca otu için bu değer ≤ 151 olması durumunda ot “prime”, > 185 olması halinde ise “supreme” olarak değerlendirilmektedir. ABD Tarımsal Pazarlama Birimi “supreme” olarak derecelendirmenin, çiçeklenme öncesi erken gelişme safhasında, yumuşak gövdeli ve bol yapraklı bir yonca otunun ifadesi olduğunu bildirmektedir. Çalışmamızda *Amaranth* genotipleri çiçeklenme aşamasında hasat edilmiş ve Çizelge 4.4’de verilen değerler elde edilmiştir. Bu hasat zamanına rağmen çizelgeden de görüleceği üzere incelenen türlerin büyük çoğunluğunu “prime”, *A.cruentus* türüne ait Zimbabwe ekotipini ise “supreme” olarak değerlendirmek mümkündür. Daha erken dönemde yapılacak olan hasattan daha da kaliteli ot alınabileceği ortadadır.

4.5. Ham Protein içeriği (%)

Amik Ovası koşullarında adaptasyon yetenekleri test edilen introduksiyon *Amarant* türlerinin ham protein içerikleri açısından yapılan değerlendirmede türler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Çiçeklenme sonrası, süt olum aşamasındaki *Amaranth* biyokütlesi protein oranı (%) ilişkin ortalama değerler.

Türler	Protein Oranı (%)±SH
<i>A.caudatus</i> (Bolivia)	13.83±0.05 c
<i>A.cruentus</i> (Mexico)	12.85±0.02 d
<i>A.cruentus</i> (Zimbabwe)	15.54±0.07 a
<i>A.cruentus</i> (Mexico, Puebla)	14.16±0.05 b
<i>A.hypochondriacus</i> (Mexico, Puebla)	12.10±0.05 f
<i>A.hypochondriacus</i> (India, Himachal Pradesh)	12.43±0.03 e

İncelenen türlerin protein oranları % 12.10 ile % 15.54 arasında değişim göstermiştir. *A. cruentus* türüne ait Zimbabwe ekotipi, protein içeriği en yüksek genotip olarak belirlenirken, aynı türün diğer ekotipleri arasında bu açıdan önemli farklılıklar saptanmıştır. *A. hypochondriacus* türünün farklı orijinli iki ekotipi ise Amik Ovası koşullarında benzeşen protein içerikleri oluşturmuş ve her iki ekotip de en düşük protein içeriğine sahip genotipler olarak belirlenmişlerdir.

Gregerova ve ark. (2001) *A. hypochondriacus* türü için ham protein içeriğini % 13.49 olarak belirlemiştir. Svirskis (2003) ise Litvanya koşullarında *A. hybridus* türünün farklı ticari çeşitleri için bu oranı % 11.3-11.7 aralığında saptamıştır. Çalışmamızda farklı türler için saptadığımız ham protein oranları bazı türler açısından literatür bildirişlerinin altında, bazıları ile örtüşmekte, bazıları ise daha üstün sonuçlar ortaya koymaktadır. Tür ve ekolojik farklılıklar ile araştırmalar arasındaki tarımsal uygulama farklılıkları böylesi bir sonucun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Öte taraftan Akubugwo ve ark. (2007)'nin Nijerya koşullarında yürüttükleri çalışmada ise yine *A. hybridus* türünde ham protein oranını % 17.92 olarak saptamışlardır. Araştırmacılar bu türün sebze olarak insan beslenmesinde kullanım olanaklarını araştırdıkları çalışmada, erken vejetatif dönemde ve sadece yaprak hasadı yapmışlardır. Dolayısıyla bahsedilen yüksek protein oranı sadece yaprağa ait bir değerdir. Bu sebeple çalışmamızda daha ileri bir fenolojik dönemde hasat edilen toplam biyoküttelede saptanmış olan % 15.54 oranındaki protein oranı hayvan besleme açısından dikkate alınması gereken bir değerdir. Zira Lemus (2009)

çiçeklenme aşamasındaki kaliteli bir buğdaygil yembitkisi otu için protein içeriğini %13-18 aralığında olması gerektiğini öngörmektedir. Öte taraftan farklı türler için saptadığımız protein oranı değerleri NRC (2001) tarafından üretken bir büyükbaş hayvanının günlük protein ihtiyacı için önerilen değerlere oldukça yakındır. Dolayısıyla araştırmamızda incelediğimiz *Amaranth* türlerinin, farklı dönem ve üretkenlikteki hayvanların rasyonlarında protein kaynağı olarak rahatlıkla kullanılabileceğini söylemek mümkündür.

4.6.Makro ve Mikro Besin Elementi İçerikleri

Çiçeklenme sonrası aşamada hasat edilmiş olan Amaranat biyokütlelerine ait mineral element içerikleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 4.6).

Çizelgede görüleceği üzere bu farklılıklar sadece türler arasında değil aynı türün farklı ekotipleri arasında da belirgin gelişmiştir. İncelenen tür ve ekotiplerden tek bir tanesi için tüm besin elementleri yönünden zengindir yorumunu yapmak mümkün görünmemektedir. Farklı besin elementleri açısından farklı türler hayvan besleme açısından dikkate alınması gereken zengin bir kompozisyon ortaya koymuşlardır. Çiftlik hayvanları iskelet gelişimi, süt üretimi, enzim sistemi ve yaşam payı ihtiyaçları dolayısıyla, farklı gelişme dönemlerinde farklı cins ve miktarlarda mineral elemente ihtiyaç duyarlar. Mineral element ihtiyaç miktarı beslenecek hayvanın tipi ve üretkenlik dönemleri ile yakından ilişkilidir.

Hayvan vücudunda en yaygın bulunan element olan kalsiyum miktarı incelenen tür ve ekotiplere bağlı olarak 4.30-9.00 g kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir. *A. cruentus* türüne ait Zimbabwe ekotipi bu açıdan en zengin ekotip olarak belirlenmiştir. NRC (2001) et sığırlarının günlük Ca ihtiyacını farklı gelişme dönemleri için % 0.31-0.60, kısır düveler içinse % 0.18 olarak öngörmektedir. Dolayısıyla incelenen genotipler bu yönü ile hayvanların günlük Ca ihtiyacını karşılayabilecek düzeydedirler. Ancak bu yeterlilikten söz ederken yemin Ca/P oranının göz önünde bulundurulması daha doğru sonuçlar ortaya koyacaktır.

Çizelge 4.6. Çiçeklenme sonrası, süt olum aşamasındaki *Amaranth* biyokütlesi makro ve mikro besin elementi kompozisyonu değerler.

Makro ve Mikro Besin Elementleri	Türler					
	<i>A.caudatus</i> (Bolivia)	<i>A.cruentus</i> (Mexico)	<i>A.cruentus</i> (Zimbabwe)	<i>A.cruentus</i> (Mexico, Puebla)	<i>A.hypochondriacus</i> (Mexico, Puebla)	<i>A.hypochondriacus</i> (India, Himachal Pradesh)
	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.
N %	2.21±0.00 c	2.05±0.00 d	2.48±0.12 a	2.26±0.00 b	1.93±0.00 f	1.99±0.00 e
Na (g kg ⁻¹)	2.20±0.03 a	2.15±0.02 a	1.51±0.01 b	0.96±0.03 c	0.90±0.00 dc	0.85±0.02 d
K (g kg ⁻¹)	17.00±0.57 c	24.63±0.20 a	12.23±0.14 e	14.70±0.05 d	22.23±0.14 b	16.81±0.01 c
Ca (g kg ⁻¹)	4.30±0.05 e	5.63±0.03 d	9.00±0.00 a	5.56±0.03 d	6.50±0.05 c	6.83±0.03 b
P (g kg ⁻¹)	0.96±0.1 b	0.78±0.03 d	0.80±0.34 d	1.13±0.61 a	0.74±0.05 e	0.87±0.46 c
Mg (g kg ⁻¹)	12.1±0.12 b	11.3±0.17 c	16.9±0.33 a	11.5±0.07 bc	8.9±0.37 e	9.8±0.16 d
Fe (mg kg ⁻¹)	196.6±41.64 a	187.1±4.70 a	170.0±8.00 ab	142.8±5.27 ab	94.3±39.7 b	206.8±4.66 a
Zn (mg kg ⁻¹)	9.91±2.85 ^{ns}	1.41±1.0	11.6±7.28	7.17±0.82	4.61±1.72	6.96±1.52
Cu (mg kg ⁻¹)	7.8±0.45 ab	6.87±0.42 abc	8.25±0.73 a	8.23±0.46 a	6.01±0.34 c	6.32±0.27 bc
Mn (mg kg ⁻¹)	53.3±2.08 a	46.3±1.22 b	47.4±2.49 b	49.0±1.92 ab	38.7±0.50 c	48.9±0.74 ab
Ca/P	4.5±0.48 d	7.2±0.35 c	11.0±0.34 a	4,9±0.23 d	8.7±0.13 b	7.8±0.45 bc

Zira rasyonun P içeriği Ca içeriğinin üzerinde olduğu durumlarda, Ca alımı azalmaktadır. Bu durumun sürekliliği hayvanların kemik kalsiyumunu kullanmaya başlaması ile sonuçlanır. ARC (1980) ideal bir rasyonda Ca/P oranının 2:1 olmasını önerir. NRC (2001) ise hayvanın günlük P ihtiyacını % 0.24 olarak öngörmektedir. Araştırmamızda farklı *Amaranth* türleri için bu oran 0.74-1.13 g kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Düşük olan bu miktarlar dolayısıyla incelenen *Amaranth* genotipleri için yüksek Ca/P oranları elde edilmiştir (Çizelge 4.6).

Yüksek verimliliğe sahip sığırların günlük potasyum ihtiyaçları NRC, (2001) tarafından 10 g kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla çalışmamızda farklı *Amaranth* tür ve ekotipleri için saptadığımız 12.23-24.63 g kg⁻¹ arasındaki K, bu ihtiyacı karşılamaya gayet yeterli görünmektedir. Öte taraftan Neathery ve ark. (1990) rasyondaki yüksek K miktarının toksisite problemi oluşturabileceğini bildirmektedir. Dolayısıyla özellikle de en yüksek K değerlerini saptadığımız *A.cruentus* Mexico ekotipi yapılan beslemelerde dikkatli olunması gerektiği ortadadır.

Laktasyondaki süt sığırların beslenmesinde rasyondaki Mg içeriğinin 3.5 g kg⁻¹'in üzerinde olması önerilmektedir (Jittakhot ve ark., 2004). Kısır düvelere kıyasla laktasyon dönemindeki süt sığırlarında bu ihtiyaç oldukça fazladır. Araştırmada Mg için saptadığımız 8.9-16.9 g kg⁻¹ değerleri önerilen miktarın oldukça üzerindedir. Hayvanlarda Mg kaynaklı toksisite problemi çok rastlanılan bir durum olmasa da NRC (2001) rasyondaki maksimum tolere edilebilir Mg sınırını % 0.4 olarak bildirmektedir. Dolayısıyla *Amaranth* otunun hayvanların günlük Mg ihtiyaçlarını güven sınırları içinde karşılayabilecek nitelikte olduğu görülmektedir.

Araştırma sonuçlarımız incelenen tür ve ekotiplerin, bazı istisnalar hariç iz elementler açısından da oldukça zengin bir kompozisyona sahip olduklarını ortaya koymaktadır (Çizelge 4.6). Römken ve ark. (2008) süt sığırları için günlük Zn ihtiyacını 25-30 mg kg⁻¹ olarak önerdiği göz önünde bulundurulursa, incelenen tüm genotiplerin çinko içerikleri açısından oldukça fakir oldukları görülecektir. Nitekim pek çok özellik bakımından üstün özellikler gösteren *A.cruentus* Zimbabwe ekotipi için saptanan 1.41 mg kg⁻¹ Zn gayet düşük bir değerdir. Diğer genotipler için saptanan Zn içerikleri bu değerden daha yüksek bulunsalar da bu değerlerin Svirskis (2003) ve Akubugwo (2007) tarafından aynı tür için farklı ekolojilerde saptanan Zn miktarlarının oldukça altında gerçekleştiği görülmektedir. Bu farklılığın oluşmasında

toprak ve iklim kökenli ekolojik faktörler başta olmak üzere pek çok faktörün etkili olduğu muhakkaktır. Öte taraftan bazı araştırmalarda sadece yaprak örneklerinin kullanılmış olması da böylesi sonuçların ortaya çıkmasında etkili olmuştur.

Enzim sisteminin temel yapılarından olan bakır incelenen tür ve ekotiplerde 6.01-8.25 mg kg⁻¹ aralığında saptanmıştır. McDowell ve Conrad (1977) otlayan sığır ve kümes hayvanları için günlük Cu ihtiyacını 4-10 mg kg⁻¹ olarak önermişlerdir. Rasyondaki Cu miktarının önerilen bu dozun 4-5 katına çıkması durumlarında hayvanlarda önemli zehirlenmeler görülmesi muhtemeldir (NRC, 2001). Araştırma sonuçlarımız *Amaranth* türlerinin bu ihtiyacı karşılayabilecek oranda Cu içerdiğini ve bu miktarların güvenli tolerans sınırları içinde olduklarını ortaya koymuştur. Ancak hayvanlar yemi vücut ağırlıkları ile orantılı olarak tüketmektedirler, dolayısıyla *Amaranth* otu ile beslemede aşırı tüketimin toksisite oluşturabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Hemoglobin ve myoglobinin temel yapıtaşı olan demir, araştırmamızda incelediğimiz türlerde 94.3-206.8 mg kg⁻¹ arsında saptanmıştır. NRC (2001) 6 ve 12 haftalık danalar için bu element ihtiyacını 150 mg kg⁻¹ ve 118 mg kg⁻¹ öngörmektedir. Araştırmamızda incelediğimiz pek çok türün bu ihtiyacı karşılayabilecek düzeyde Fe içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Rasyondaki Fe miktarından kaynaklı zehirlenmeler genellikle dozun 1000 mg kg⁻¹'in üzerine çıktığı durumlarda ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla rasyonda *Amaranth* demiri kaynaklı bir zehirlenme olasılığı oldukça düşüktür.

İncelenen türlerin mangan içerikleri 38.7-53.3 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Hayvanlarda Mn eksikliği iskelet sistemi ile alakalı bazı arazların oluşmasına neden olabilmektedir (Underwood, 1977). Eksiklik durumu ise rasyonun 16-17 mg kg⁻¹ Mn içermesi hallerinde ortaya çıkabilmektedir (Rojas ve ark., 1965). NRC (2001) gelişmekte olan genç sığırlar için Mn ihtiyacını 20 mg kg⁻¹ kuru madde olarak bildirmektedir. Weiss ve Socha (2005) ise laktasyondaki süt sığırlarının Mn ihtiyacının ise önerilen dozdan 1.6-2.7 kez daha fazla olması gerektiğini vurgulamışlardır. Dolayısıyla çalışmamızda farklı *Amaranth* türleri için saptadığımız Mn değerleri bu ihtiyacı karşılayabilecek düzeydedir.

4.7. Suda çözünebilir şeker içeriği

Amik Ovası koşullarında adaptasyon yetenekleri test edilen introduksiyon Amaranth türlerinin Antron yöntemi ile saptanan suda çözünebilir şeker içerikleri açısından yapılan değerlendirmede türler arasında önemli farklılıklar bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Çiçeklenme sonrası, süt olum aşamasındaki *Amaranth* biyokütlesi suda çözünebilir şeker içeriği değerleri.

Türler	Suda çözünebilir şeker içeriği (g/100 g)
<i>A.caudatus</i> (Bolivia)	0.91
<i>A.cruentus</i> (Mexico)	1.51
<i>A.cruentus</i> (Zimbabwe)	2.96
<i>A.cruentus</i> (Mexico, Puebla)	1.37
<i>A.hypochondriacus</i> (Mexico, Puebla)	12.67
<i>A.hypochondriacus</i> (India, Himachal Pradesh)	1.69

Tür ve ekotiplerin şeker içerikleri 0.91-12.67 g 100 g⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu açıdan *A.hypochondriacus* türüne ait Mexico, Puebla ekotipinin sahip olduğu değer *A.cruentus* türüne ait Zimbabwe ekotipinin Slaj için çözünebilir şeker içeriği çok dikkat çekicidir.

4.8. Yağ asidi kompozisyonu

Soksolet yöntemi ile n-hexane kullanılarak ekstrakte edilen, farklı *Amaranth* tür ve ekotiplerinin Amik ovası koşullarında yetiştirilen *Amaranth* biyokütlelerine ait sabit yağının açık sarı renkte olduğu belirlenmiştir. Bu yağlara ait yağ asidi kompozisyonunun ise palmitik, stearik, oleik, linoleik ve linolenik asitlerden oluştuğu saptanmıştır. Yağ asitlerinin tür ve ekotipler arasındaki oransal değişimleri ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Farklı *Amaranth* tür ve ekotipleri farklı yağ asitlerince daha zengin bulunmuşlardır. Türlerin yağ asidi kompozisyonu genel olarak değerlendirildiğinde

linoleik asitçe baskın olduğu gör÷lmektedir. Tür ve ekotiplerin linoleik asit oranlarının % 42.9 ile % 47.7 arasında değişim gösterdiği ve bu açıdan *A. caudatus* türünün en yüksek orana sahip genotip olduğu saptanmıştır.

Araştırmamızda belirlediğimiz oransal yağ asidi değerleri Venskutonis ve Kraujalis (2013) tarafından farklı *Amaranth* türlerinin tohumlarından ekstrakte edilen sabit yağın, yağ asidi kompozisyonları için belirttikleri değerlerle çok yakındır. Araştırmamızda yağ ekstraksiyonunu çiçek salkımlarını da kapsayan biyoküttele gerçekleştirdiğimiz düşünülürse saptadığımız değerler açısından bir tereddüt ortaya çıkabilir. Ancak yağ asitlerinin mevcut yağın oransal bileşenleri olması dolayısıyla böylesi benzeşen sonuçların ortaya çıkması gayet doğaldır. Araştırmacılar bu tarz analizlerin yaprakta yapıldığını gösterir bir kaynağa rastlamadıklarını belirterek, dolayısıyla herhangi bir kıyaslama yapma imkanı olmadığını bildirmişlerdir. Oysa araştırma sonuçlarımız biyoküttele saptanan bu oranların tohumdan elde edilenden çok farklı olmadığını ortaya koymuştur.

Venskutonis ve Kraujalis (2013), farklı *Amaranth* türlerinin tohumlarından elde edilebilecek sabit yağ oranının 73.0 to 81.1 g kg⁻¹ arasında değiştiğini, ancak ekstraksiyon yönteminin bu oranlar üzerinde oldukça etkili olduğunu bildirmişlerdir. Herhangi bir yağın yağ asidi kompozisyonu onun besleme değerini, teknolojik işlemlere uygunluğunun göstergesidir. İncelenen *Amaranth* türleri bu açıdan değerlendirildiklerinde mısır yağı ile oldukça benzeşen bir yapıda olduğu gör÷lmektedir (Lyon ve Becker 1987).

Çizelge 4.8. Çiçeklenme sonrası, süt olum aşamasındaki *Amaranth* biyokütlesi yağ asidi kompozisyonu değerleri.

Yağ Asitleri	Türler					
	<i>A.caudatus</i> (Bolivia)	<i>A.cruentus</i> (Mexico)	<i>A.cruentus</i> (Zimbabwe)	<i>A.cruentus</i> (Mexico, Puebla)	<i>A.hypochondriacus</i> (Mexico, Puebla)	<i>A.hypochondriacus</i> (India, Himachal Pradesh)
	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.
Palmitik asit	19.8±0.20 c	19.5±0.13 c	22.8±0.32 a	21.7±0.40 b	17.1±0.01 d	21.0±0.37 b
Stearik asit	5.0±0.38 a	4.5±0.46 b	4.0±0.25 c	3.2±0.51 d	5.1±0.19 a	2.2±0.04 e
Oleik asit	20.6±0.07 d	27.0±0.32 b	17.1±0.02 e	23.5±0.06 c	27.5±0.18 a	27.1±0.01 ab
Linoleik asit	47.7±0.04 a	44.7±0.04 d	45.4±0.33 c	47.1±0.07 b	45.1±0.30 c	42.9±0.02 e
Linolenik asit	6.7±0.01 b	4.1±0.01 d	10.5±0.20 a	4.2±0.02 d	5.0±0.01 c	6.6±0.01 b

4.9. Antioksidan kapasite

Amik Ovası koşullarında yetiştirilen Amaranth tür ve ekotiplerinden hasat edilen biyokütlelerin antioksidan kapasiteleri arasında belirgin farklılıklar saptanmıştır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Çiçeklenme sonrası, süt olum aşamasındaki *Amaranth* biyokütlesi antioksidan kapasiteleri.

Türler	Antioksidan Kapasite±SH (mM Trolox/g)
<i>A.caudatus</i> (Bolivia)	1.14±0.02 d
<i>A.cruentus</i> (Mexico)	1.10±0.03 d
<i>A.cruentus</i> (Zimbabwe)	4.58±0.05 a
<i>A.cruentus</i> (Mexico, Puebla)	0.82±0.09 e
<i>A.hypochondriacus</i> (Mexico, Puebla)	1.84±0.09 c
<i>A.hypochondriacus</i> (India, Himachal Pradesh)	2.01±0.12 b

İncelenen tür ve ekotiplerin antioksidan kapasiteleri 0.82-4.58 mM Trolox/g arasında değişim gösterirken, *A. cruentus* türüne ait Zimbabwe ekotipinin en yüksek antioksidan kapasiteye sahip biyokütle oluşturduğu saptanmıştır.

Antioksidan maddeler, aktif oksijen oluşumunu engelleyerek ya da oluşan aktif oksijenleri oksidasyonun teşvik etmiş olduğu zararlanmaları hücresel bazda engellemekte dolayısıyla dejeneratif hastalıkların oluşumunu durdurmaktadır. Son yıllarda doğal antioksidan kaynaklarına yönelim hızla artmaktadır. Amaranth tohumlarının da taşıdıkları çok önemli fenolikler dolayısıyla gerek insan ve gerek hayvan besleme açısından önemli bir antioksidan kaynağı olabileceği, üzerinde durulmaktadır (Venskutonis ve Kraujalis, 2013). Benzer şekilde Gorinstein ve ark. (2007) Amaranth tohumlarının yüksek flavanoidler içerdiğini ve bu yönü ile rasyonu dengeleyici bir katkı olarak mutlaka belirli oranlarda kullanılması gerektiğini vurgulamaktadırlar.

Khandaker ve ark. (2009) özellikle kırmızı yapraklı türlerin antioksidan kapasite açısından daha yüksek değerler ortaya koyduklarını bildirmektedirler.

Araştırmacılar bu durumun yapraklara bu rengi veren betasiyanin kaynaklı olduğunu vurgulamaktadırlar. Nitekim alışmamızda incelediğimiz genotiplerden en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olan *A. cruentus* türüne ait Zimbabwe ekotipinin kırmızı yapraklı olduğu görülecektir. Benzer Şekilde *A. hypochondriacus* türünün India ekotipi de kırmızı yapraklı ve antioksidan kapasitesi diğerlerine kıyasla daha yüksek bir genotiptir (Şekil 3.1).

4.10. Fenolik bileşikler

Amik Ovası koşullarında adaptasyon yetenekleri test edilen *Amaranth* tür ve ekotiplerine ait biyoktlelerin, oldukça önemli fenolik bileşiklere sahip oldukları saptanmıştır. Bu bileşiklerin oranları türler ve aynı türün ekotipleri arasında önemli değişim göstermişlerdir (izelge 4.10).

İncelenen *Amaranth* türlerine ait fenoliklerin gallik asit, Protokateşik asit, Klorojenik asit, Rutin, Kuersetin-3-galaktozit ve Kaemferol-3-glukozitten oluştuğu saptanmıştır. Türler toplam fenolik bileşikler açısından değerlendirildiklerinde *A. hypochondriacus* türüne ait India ekotipinin 254.68 mg g⁻¹ oranındaki fenolik bileşik içeriği ile belirgin bir üstünlüğe sahip olduğu görülmektedir.

Venskutonis ve Kraujalis (2013) *A. cruentus* türü için fenolik bileşiklerin gallik asit dominant olduğunu bildirmişlerdir. Oysa alışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar gerek bu tür ve gerekse de diğer türler için *Amaranth* biyoktlesinin protokateşik asit dominant yapıda olduğunu ortaya koymuştur.

Çizelge 4.10. Çiçeklenme sonrası, süt olum aşamasındaki *Amaranth* biyokütlesi fenolik bileşik içerikleri.

Fenolik Bileşikler (mg g ⁻¹)	Türler					
	<i>A.caudatus</i> (Bolivia)	<i>A.cruentus</i> (Mexico)	<i>A.cruentus</i> (Zimbabwe)	<i>A.cruentus</i> (Mexico, Puebla)	<i>A.hypochondriacus</i> (Mexico, Puebla)	<i>A.hypochondriacus</i> (India, H Pradesh)
	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.	Ort ± s.h.
Gallik asit	24.10±0.14	5.13±0.10	14.70±0.14	18.11±0.15	15.89±0.13	1.81±0.02
Protokateşik asit	60.19±0.01	83.30±0.14	10.90±0.14	78.07±0.66	58.95±0.50	90.14±0.76
Klorojenik asit	3.19±0.01	4.10±0.15	13.50±0.14	3.62±0.03	35.21±0.30	5.63±0.05
Rutin	7.28±0.17	26.51±0.13	3.38±0.03	19.10±0.16	21.41±0.18	136.39±1.15
Kuersetin-3- galaktozit	8.72±0.12	16.13±0.10	6.71±0.12	61.36±0.52	5.80±0.05	11.69±0.10
Kaemferol-3- glukozit	5.75±0.07	10.12±0.11	5.31±0.12	21.67±0.18	6.42±0.05	9.02±0.08
Toplam	109.23±0.52	145.28±0.73	54.51±0.70	201.94±1.70	143.69±1.21	254.68±2.15

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tamamlanmış olan bu çalışmada; Amerikan Tarım Bakanlığı Genetik Kaynakları Koruma Birimi (USDA ARS) koleksiyonundan temin edilen *Amaranthus caudatus* L. Bolivia, *Amaranthus cruentus* L. Mexico, *Amaranthus cruentus* L. Zimbabwe, *Amaranthus cruentus* L. Mexico, Puebla, *Amaranthus hypochondriacus* L. Mexico, puebla, *Amaranthus hypochondriacus* L. India, Himachal Pradesh tür ve ekotiplerinin, Amik Ovası koşullarına adaptasyon yetenekleri test edilerek, genotiplerin hayvan besleme amaçlı kullanılabilirlikleri irdelenmiştir.

Ortalama 110 günlük bir olgunlaşma süreci sonunda türlerin, bir C4 bitkisi için optimum koşullar sunan yöremiz ekolojisinde, deneme yılının ekstrem koşullarına rağmen rahatlıkla yetiştirilebileceği görülmüştür. Hasat edilen tohumların yüksek oranda çimlendikleri ve fertil yapıda oldukları, yüksek sıcaklıkların dölleme bozuklukları oluşturmadığı belirlenmiştir.

Araştırma neticesinde elde edilen sonuçlar şu şekildedir.

Amik ovası koşullarında yetiştirilen *Amaranth* sp. tür ve ekotiplerinin, çiçeklenme sonrası süt olum aşamasındaki yeşil biyokütle verimleri 6.3-8.6 t/da aralığında değişim göstermiştir. Bu açıdan *A.cruentus* L. türüne ait Mexico, Puebla ekotipi en üstün genotip olarak belirlenirken, *A.caudatus* L. türü en düşük yeşil biyokütle üreten genotip olmuştur. Yeşil biyokütle verimi açısından ekotipik farklılıklar dikkat çekici bulunmuştur.

Amaranth tür ve ekotiplerinin kuru biyokütle verimleri 945,6-1945,0 kg/da aralığında değişim göstermiştir. Kuru biyokütle verimleri açısından yeşil biyokütle veriminde olduğu gibi *A.cruentus* L. türüne ait Mexico, Puebla ekotipi en yüksek verimi ortaya koyarken, *A.caudatus* L. türüne ait Bolivia ekotipinin en düşük kuru biyokütle üreten genotip olduğu saptanmıştır.

Türlerin ortalama NDF değerleri % 37.19 ile % 42.92 aralığında değişim göstermiştir. Bu açıdan en yüksek ortalama *A. caudatus* türünde saptanırken, *A. cruentus* türüne ait Zimbabwe ekotipi oldukça düşük bir değer ortaya koymuştur. Bu açıdan aynı türlerin farklı ekotipleri arasında önemli varyasyonlar saptanmıştır.

Amaranth tür ve ekotiplerine ait Amik Ovası koşullarında hasat edilen biyokütlelerin ADF oranları tür ve ekotiplere bağlı olarak ortalama % 17.67 ile % 27.44 aralığında değişim göstermiştir. Bu açıdan da yine *A. cruentus* türüne ait

Zimbabve ekotipinin, hayvan besleme açısından en üstün özellikteki genotip olduğu belirlenmiştir. Aynı tür olmasına rağmen Mexico ekotipi yüksek ADF içeriğine sahip genotiplerden birisi olarak belirlenmiştir. İncelenen tür ve ekotipler arasında en yüksek ADF içeriği *A. hypochondriacus* türünün Mexico, Puebla ekotipinde saptanmıştır.

ADL oranı açısından yapılan kimyasal incelemeler *A. cruentus* türüne ait Zimbabve ekotipinin en düşük lignin içeriğine sahip genotip olduğunu ortaya koymuştur. Tür ve ekotiplere bağlı olarak incelenen genotiplerin lignin içerikleri % 3.48-5.61 aralığında değişim göstermiştir. *A. caudatus* türü en yüksek lignin içeriğine sahip tür olarak belirlenmiştir.

İncelenen genotiplerin selüloz içerikleri % 14.19-22.52 aralığında değişim gösterirken, hemiselüloz içeriklerinin tür ve ekotiplere bağlı olarak % 33.55-37.81 oranları arasında değiştiği saptanmıştır.

Araştırmada incelenen türlere ait sindirilebilir kuru madde oranı 2.79-3.22 aralığında değişim göstermiş ve bu açıdan *A. cruentus* türüne ait Zimbabve ekotipinin en kaliteli kaba yemi ortaya koyduğu belirlenmiştir. Amarant otu kuru maddesinin tüketimi veya alımı değerleri ise 67.52 ile 75.13 arasında değişim gösterirken yine aynı ekotipten elde edilen otun bu açıdan da oldukça kaliteli olduğu değerlendirilmiştir. Türlerin metabolize olabilir enerji içerikleri ise 9.47-10.77 aralığında saptanmıştır.

Otun pazar kalitesinin göstergesi olan göreceli yem değeri araştırma kapsamında değerlendirilen *Amaranth* türleri için 149.8-187.9 aralığında değişim gösterirken, bu açıdan *A. cruentus* türüne ait Zimbabve ekotipinin, kaliteli bir yonca otu ile kıyaslanabilecek bir yem ürettiği gözlenmiştir.

Amaranth tür ve ekotiplerinin protein oranları % 12.10 ile % 15.54 arasında değişim göstermiştir. *A. cruentus* türüne ait Zimbabve ekotipi, protein içeriği en yüksek genotip olarak belirlenirken, aynı türün diğer ekotipleri arasında bu açıdan önemli farklılıklar saptanmıştır. *A. hypochondriacus* türünün farklı orijinli iki ekotipi ise Amik Ovası koşullarında benzeşen protein içerikleri oluşturmuş ve her iki ekotip de en düşük protein içeriğine sahip genotipler olarak belirlenmişlerdir.

Farklı *Amaranth* tür ve ekotiplerinden elde edilen biyokütle örneklerinin makro mikro besin elementi içerikleri açısından oldukça zengin olduğu, pek çok

mineral madde açısından hayvan beslemede toksisite yaratmadan, günlük ihtiyacı karşılamaya yeter düzeyde bulunduğu saptanmıştır. Biyokütlelerin kalsiyum miktarı incelenen tür ve ekotiplere bağlı olarak 4.30-9.00 g kg⁻¹, fosfor 0.74-1.13 g kg⁻¹, potasyum 12.23-24.63 g kg⁻¹, magnezyum 8.9-16.9 g kg⁻¹, çinko 1.41-11.6 mg kg⁻¹, bakır 6.01-8.25 mg kg⁻¹, demir 94.3-206.8 mg kg⁻¹ ve mangan 38.7-53.3 mg kg⁻¹ aralıklarında belirlenmiştir.

Tür ve ekotiplerin suda çözünebilir şeker içerikleri 0.91-12.67 g 100 g⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu açıdan *A.hypochondriacus* türüne ait Mexico, Puebla ekotipi en yüksek ortalamaya sahip tür olarak belirlenmiştir.

Amik ovası koşullarında yetiştirilen *Amaranth* biyokütlelerine ait sabit yağın açık sarı renkte ve ait yağ asidi kompozisyonunun ise palmitik, stearik, oleik, linoleik, linolenik asitlerden oluşan linoleik baskın bir yağ olduğu saptanmıştır. İncelenen tür ve ekotiplerin linoleik asit oranlarının ise % 42.9 ile % 47.7 arasında değişim gösterdiği ve bu açıdan *A. caudatus* türünün en yüksek orana sahip genotip olduğu belirlenmiştir.

Amranthus sp. tür ve ekotiplerine ait yemin yüksek antioksidan etkiye sahip oldukları ve antioksidan kapasitenin tür ve ekotiplere bağlı olarak 0.82-4.58 mM Trolox/g arasında değişim gösterdiği ve *A. cruentus* türüne ait Zimbabwe ekotipinin en yüksek antioksidan kapasiteye sahip biyokütle oluşturduğu saptanmıştır.

Amik Ovası koşullarında adaptasyon yetenekleri test edilen *Amaranth* tür ve ekotiplerine ait biyokütlelerin, önemli fenolik bileşiklere sahip oldukları saptanırken, bu bileşiklerin oranlarının türler ve aynı türün ekotipleri arasında önemli değişim gösterdiği belirlenmiştir. İncelenen *Amaranth* türlerine ait fenoliklerin gallik asit, Protokateşik asit, Klorojenik asit, Rutin, Kuersetin-3-galaktozit ve Kaemferol-3-glukozitten oluştuğu ve *A. hypochondriacus* türüne ait India ekotipinin toplam fenolik bileşikler toplamının 254.68 mg g⁻¹ oranında bulunduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak introduksiyon *Amaranth* sp. tür ve ekotiplerinin Amik Ovası koşullarında yüksek ve oldukça kaliteli bir biyokütle üretebileceği görülmüştür. Üretilen biyokütlenin yüksek sindirilebilirlik değerleri, protein içeriği ve toksisite oluşturmayan, kıymetli biyokimyasal kompozisyonu dolayısıyla, hayvan beslemede bir yem kaynağı olarak kullanılabilir alternatif bir yem olduğunu söylemek mümkündür. Özellikle incelenen genotiplerden *A. cruentus* türüne ait Zimbabwe

ekotipi, üstün özellikleri ile pek çok açıdan ön plana çıkmış ise de, diğer türlerin de farklı üstün özelliklerinin göz ardı edilmemesi gerektiği değerlendirilmiştir.

Ülkemizin farklı ekolojilerinde *Amaranth* türleri ile yürütülmüş olan sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Tamamlanmış olan bu araştırma *Amaranthus* sp. türlerinin Amik Ovası koşullarındaki yetiştiriciliği konusundaki ilk çalışma olma niteliği taşımaktadır.

Bu çalışma sonrasında yapılacak araştırmalarda, adaptasyon konusunda herhangi bir sıkıntı yaşanmayan bu türlerin tarımı konusunda tarımsal uygulamaların nasıl olması gerektiği ile ilgili ekim normu, gübreleme, sulama vb. araştırmaların tamamlanması gerekmektedir.

Elde edilen biyokütlenin sindirilebilirliği ve yararlılığı çalışmalarının teoriden hayvan deneylerine geçirilmesi ve gerçek rakamların ortaya konulması hayvan besleme açısından daha doğru yorumlar ortaya koyabilecektir.

Öte taraftan dünyanın uygun ekolojilerinde *Amaranth* türleri, biyokütlesinden ziyade tohumu için yetiştirilmekte ve daha çok insan beslenmesinde kullanılmaktadır. Planlanacak yeni çalışmaların bu konuya da yönlendirilip, tohum biyokimyasal karakterizasyonu çalışmaları yürütülerek gerek insan gerekse de hayvan beslemede tohumların yem katkısı olarak kullanılabilme olanakları mutlaka araştırılmalıdır. Bununla birlikte *Amaranth* türlerine ait genç fide ve yaprakların sebze olarak kullanılabilme olanakları konusunda da yeni çalışmaların planlanmasını, uygun tür ve ekotiplerin belirlenmesi konuları da araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abbasi D., Y., Rouzbehan, J., Rezaei, 2012. Effect of harvest date and nitrogen fertilization rate on the nutritive value of amaranth forage (*Amaranthus hypochondriacus*). **Animal Feed Science and Technology**. 171, :6–13.
- Acar Z., Sabancı C.O., Tan M., Sancak C., Kızılsimşek M., Bilgili U., Ayan İ., Karagöz A., Mut H., Aşçı Ö. Ö., Başaran U., behçet Kır B., Temel S., Yavuzer G.B., Kırbaş R., melek akça Pelen M. A., 2015. Yem bitkileri üretiminde değişimler ve yeni arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, Ankara, Cilt 1, 508-547.
- Adenike, O., Olufolaji, T.O., Tayo, 1980. Growth, development and mineral contents of three cultivars of amaranth. **Scientia Horticulturae**, 13(2):181–189.
- Akubugwo, I.E., Obasi, N.A., Chinyere, G.C., Ugbogu, A.E., 2007. Nutritional and chemical value of *Amaranthus hybridus* L. leaves from Afikpo, Nigeria. **African Journal of Biotechnology**, 6(24):2833-2839.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists, 1980. Official methods of analysis. 13th ed. Washington, DC:AOAC.
- Araceli Lopez-Mejia O., Aurelio Lopez-Malo, Enrique Palou, 2014. Antioxidant capacity of extracts from amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.) seeds or leaves. **Industrial Crops and Products**, 53, 55– 59.
- Arellano L., M. Carranco, F. Pérez-Gil, M. Alonso, 1993. Effect of urea treatment on the digestibility and nitrogen content of *Amaranthus hypochondriacus* straw. **Small Ruminant Research**, 11 (3), 239–245.
- Balodis, O., Bartuševics, J., Gaile, Z., 2011. Biomass yield of different plants for biogas production. *Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference*. Vol.1:238-245.
- Barba de la Rosa, A.P., Fomsgaard, I.S., Laursen, B., Mortensen, A.G., Olvera-Martínez, L., Silva-Sánchez, C., Mendoza-Herrera, A., González, Castañeda, J., De León-Rodríguez, A., 2009. Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) as an alternative crop for sustainable food production: Phenolic acids and flavonoids with potential impact on its nutraceutical quality. **Journal of Cereal Science**, 49:117–121.

- Barbehenn, R.V., Karowe, D.N., Spickard, A., 2004. Effects of elevated atmospheric CO₂ on the nutritional ecology of C₃ and C₄ grass-feeding caterpillars. **Oecologia**, 140: 86-95.
- Bulgurlu, S., Ergül, M., 1978. Physical, chemical and biological analyzing methods of fodder. Aegean University Publication, Issue, 127, İzmir.
- Cervantes, S.J.M., 1990. Amaranth (*Amaranthus ssp.*) as a forage. In: Amaranth – perspectives on production, processing and marketing. Minnesota Extension Service. Minnesota: University of Minnesota Agriculture, 1990. pp:47–54.
- Cernov, I., 1992. Amaranth – fyziologo–biochimičeskije osnovy introdukcii. Kazaň: Izd. Kazanskogo universiteta, 1992, 89 s. ISBN 5–7464–0834–4
- Gorinstein, S., Medina-Vargas, O.J., Jaramillo, N.O., Arnao-Salas, I., Martí'nez-Ayala, A.L., Arancibia-Avila, P., Toledo, F., Katrich, E., Trakhtenberg, S., 2007. The total polyphenols and the antioxidant potentials of some selected cereals and pseudocereals. **European Food Research and Technology**. 225:321–328.
- Gregorová, H., Babel'ová M., Durková E., 2001. Productivity and quality of *Amaranth* above-ground biomass. **Acta Fytotechnica et Zootechnica**, Special Number, Vol:4, 2001:69-70. *Proceedings of the International Scientific Conference on the Occasion of the 55th Anniversary of the Slovak Agricultural University.*
- Jittakhot S., Schonewille J.T., Wouterse H., Yuangklang C., Beynen A.C., 2004. Apparent magnesium absorption in dry cows fed at 3 levels of potassium and 2 levels of magnesium intake. **Journal of dairy science**, 87 (2), 379-385.
- Lemus, R. 2009. Seeding Warm Season Perennial Grasses. Forage News, Mississippi State University Extension Service.
- Jones, J.B., 1991. Plant tissue analysis in micronutrients. In *Micronutrients in agriculture*. Edited by J.J. Mortvedt, F.R. Cox, L.M. Shuman and R.M. Welch. SSSA, Madison, USA, pp. 477-522.
- Kauffman, C.S., Weber, L.E., 1990. Grain Amaranth. In: *Advances in new crops*. Eds: J. Janick and J.E. Simon. Timber Press. Portland. OR. p. 127- 139.

- Kaya, S., 2008. Kaba Yemlerin Değerlendirilmesinde Göreceli Yem Değeri ve Göreceli Kaba Yem Kalite İndeksi. **Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi**, 1 (1): 58-64.
- Khandaker L., Masum Akond A.S.M.G., Oba S., 2009. Air temperature and sunlight intensity of different growing period affects the biomass, leaf color and betacyanin pigment accumulations in red amaranth (*Amaranthus tricolor* L.). **Journal of Central European Agriculture**, 10, 4, 439-448.
- Kılıc, S., Ağca N., Yalçın M., 2004. Soils of Amik Plain (Turkey): Properties and classification. **J. Agron.**, 3(4): 291-295.
- Kılıc, S., 2009. Mapping soil drainage classes of Amik Plain using Landsat images. **African J. of Agr. Res.**, 4 (9): 847-851.
- Labajová M., Senková S., Žiarovská J., Ražná K., Bežo M., Štefúnová V., Zeleňáková L., 2011. The Potential of ISSR Markers In Amaranth Gamma-Radiance Mutants Genotyping. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, 1 (4) 507-521.
- Li Z.D., Liu R., Zhu H., Draves J., Marcone M., Sun Y., Tsao R., (2015). Characterization of phenolics, betacyanins and antioxidant activities of the seed, leaf, sprout, flower and stalk extracts of three *Amaranthus* species. **Hongyan Journal of Food Composition and Analysis**, 37 75–81.
- Lyon C.K., Becker R. 1987. Extraction and refining of oil from amaranth seed. **J Am Oil Chem Soc.**, 64:233–6.
- McDowell, L.R., Conrad J.H., 1977. Trace mineral nutrition in Latin America. In: *World Animal Review (FAO)*, 24: p. 24-33.
- Moore, J.E., Undersander, D.J., 2002. Relative forage quality: an alternative to relative feed value and quality index. *Proceedings of 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium* pp 16-32.
- Myers, R. L., 1999. Grain Amaranth A Lost Crop of the Americas. Published by the Jefferson Institute, Columbia, MO.
- Myers, R.L., 2002. Grain Amaranth a lost crop of the Americas. http://amaranthinstitute.org/sites/default/files/docs/Amaranth_crop_guide.pdf

- Neathery M.W., Crowe N.A., Miller W.J., Crowe C.T., Varnadoe J.L., Blackmon D.M., 1990. Effects of dietary aluminum and phosphorus on magnesium metabolism in dairy calves. **J. Anim. Sci.**, 68: 1133-1138.
- Oddy, V.H., Robards, G.E., Low, S.G., 1983. Prediction of in vivo dry matter digestibility from the fiber and nitrogen content of a feed. Glenfield, New South Wales, Australia: Department of Agriculture, Nutrition and Feeds Evaluation Unit, Veterinary Research Station. p 395–398.
- Renna M., Coccozza C., Gonnella M., Abdelrahman H., Santamaria P., 2015. Elemental characterization of wild edible plants from countryside and urban areas. **Food Chemistry**, 177, 29–36.
- Rezaei J., Rouzbehan Y., Fazaeli H., 2009. Nutritive value of fresh and ensiled amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) treated with different levels of molasses **Animal Feed Science and Technology**.151,153–160.
- Rezaei J., Rouzbehan Y., Fazaeli H., Zahedifar M., 2014. Effects of substituting amaranth silage for corn silage on intake, growth performance, diet digestibility, microbial protein, nitrogen retention and ruminal fermentation in fattening lambs. **Animal Feed Science and Technology**.192: 29–38
- Rivelli, R., A., Gherbin, P., De Maria S., Pizza, S., 2008. Field evaluation of *Amaranthus* species for seed and biomass yields in Southern Italy. **Ital. J. Agron./Riv. Agron.**, 3, 225-229.
- Rojas M, Dyer I, Cassatt, W, 1965. Manganese deficiency in the bovine. **Journal of Animal Science**, 24, 664-667.
- Römken P. et al., 2008. Geoquality - Part I. Chain models as a tool to quantify the relation between soil, crop quality and human exposure. In: Hamer & Petersen, eds. *From stable to table - Food safety and quality in international food chains*. Düsseldorf, Germany: MUNLV; Bonn: GIQS, 198-218.
- Sauer, J.D., 1993. Historical geography of crop plants: a select roster. CRC Press, Boca Raton, FL
- Štefůnová, V., Labajová, M., 2013. Analyse of restriction sites of amaranth GBSSI gene in mutant lines. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, 2, 1650-1664.

- Svirskis, A., 2003. Investigation of amaranth cultivation and utilisation in Lithuania. **Agronomy Research**, 1 (2), 253-264.
- Swieca M., Julita R., Joanna S., Urszula Z., Urszula G., 2015. Effects of gluten-free breads, with varying functional supplements, on the biochemical parameters and antioxidant status of rat serum. **Food Chemistry**, 182, 268–274.
- Telek, L., 1983. Leaf Protein Extraction From Tropical Plants. Plants: *The Potentials for Extracting Protein, Medicines, and Other Useful Chemicals–Workshop Proceedings* (Washington, U.S. Congress, Office of Technology Assessment, OTA-BP-F-23).
- Thomas, A. S., Melvin, E. H., 1953. Determination of Dextran with Anthrone **Anal. Chem.**, 25 (11), 1656–1661.
- Undersander D., Mertens D.R., Thiex N., 1993. Forage analyses procedures. National Forage Testing Association (NFTA), Omaha, Nebraska.
- Underwood. A J., 1977. Movements of intertidal gastropods. **J. exp mar. Biol Ecol.** 26. 191-201.
- Van Soest, P.J., Robertson J.B., Lewis B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** 74:358-397.
- Venskutonis P.R., Kraujalis, P., 2013. Nutritional Components of *Amaranth* Seeds and Vegetables: A Review on Composition, Properties, and Uses. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 12, 381-412.
- Viglasky, J., Andrejcek I., Huska J., Suchomel J., 2009. Amaranth (*Amarantus* L.) is a potential source of raw material for biofuels production. **Agronomy Research**, 7 (2), 865-873.
- Weiss W, Socha M, 2005. Dietary manganese for dry and lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, 88, 2517-2523.
- Weiss W.P., Eastridge M.L., Underwood J.F: Forages for dairy cattle. <http://ohioline.osu.edu/as-fact/0002.html>. *Alinti*: 4.03.2015.

ÖZGEÇMİŞ

Yazar, 1981 yılında Adana / Kozan'da doğdu. İlkokulu Atatürk ilkokulunda. Ortaokulu Kozan Ortaokulunda Liseyi ise Kozan Lisesinde Kozan'da tamamladı. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünü 2000 yılında kazandı. Üniversiteden 2005 yılında mezun oldu. Aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladı.2008 yılında Reyhanlı Tarım Kredi Koop.'de göreve başladı.2 yıl görev yaptıktan sonra istifa ederek,2010 yılında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Taşra Teşkilatında Mühendis olarak göreve başladı. Halen Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığında Ziraat Mühendis olarak görev yapmaktadır.