



**GENETİK OLARAK GELİŞTİRİLMİŞ NAZİLLİ
GOSSIPOLSÜZ (BEZSİZ) PAMUK ÇİĞİTİ VE
SOĞUK SIKIM KÜSPESİNİN BESİN MADDE
KOMPOZİSYONU VE GOSSIPOL DÜZEYİ**

ALİ CANIKLI

Yüksek Lisans Tezi

Zootekni Anabilim Dalı

Doç. Dr. Arda yıldırım

Temmuz - 2019

Her Hakkı Saklıdır

**T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOOTEKNİ ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**GENETİK OLARAK GELİŞTİRİLMİŞ NAZİLLİ GOSSIPOLSÜZ
(BEZSİZ) PAMUK ÇİĞİTİ VE SOĞUK SIKIM KÜSPESİNİN BESİN
MADDE KOMPOZİSYONU VE GOSSIPOL DÜZEYİ**

ALİ CANIKLI

**TOKAT
Temmuz - 2019**

Her hakkı saklıdır

Ali CANIKLI tarafından hazırlanan “Genetik Olarak Geliştirilmiş Nazilli Gossipolsüz (Bezsiz) Pamuk Çiğiti Ve Soğuk Sıkım Küspesinin Besin Madde Kompozisyonu ve Gossipol Düzeyi” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 25/07/2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ZOOTEKNİ ANA BİLİM DALI nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Danışman
Doç. Dr. Arda YILDIRIM

Üye
Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Üye
Prof. Dr. Şenay SARICA
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

İmza







Prof. Dr. Çetin ÇEKİÇ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

---/---/20--

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdığı yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



ALİ CANIKLI

25 Temmuz 2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GENETİK OLARAK GELİŞTİRİLMİŞ NAZİLLİ GOSSIPOLSÜZ (BEZSİZ)

PAMUK ÇİĞİTİ VE SOĞUK SIKIM KÜSPESİNİN BESİN MADDE

KOMPOZİSYONU VE GOSSIPOL DÜZEYİ

ALİ CANIKLI

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ZOOOTEKNİ ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. ARDA YILDIRIM)

Bu araştırma, kabuklu ve kabuksuz bezsiz pamuk tohumu (PT, Gossipolsüz Nazilli çeşidi) ve bu tohumların soğuk sıkım işleminden geçirilerek elde edilen kabuklu ve kabuksuz pamuk tohumu küspesinin (PTK) besin madde kompozisyonu ve gossipol düzeylerini belirlemek amacı ile yürütülmüştür. Yapılan besin madde analizlerinde kuru madde (KM) esasına göre kabuklu ve kabuksuz PT için KM; ham protein (HP), ham yağ (HY), ham selüloz (HS), ham kül (HK) ve azotsuz öz madde (NÖM) oranları sırasıyla %94,79 ve %96,65; %26,73 ve %40,05; %23,25 ve %37,13; %17,65 ve %2,28; %4,13 ve %4,75; %23,03 ve %12,45; PTK için sırasıyla %94,77 ve %94,99; %33,24 ve %42,09; %25,39 ve %32,36; %13,94 ve %7,78; %4,65 ve %5,02; %17,55 ve %7,74 olarak bulunmuştur. KM esasına göre kabuksuz PT; HP ($P<0,05$), HY ($P<0,05$), HK ($P<0,01$) ve nişasta bakımından kabuklu PT'na göre en yüksek değerlerin elde edildiği farklılık gözlenmiştir. Kabuklu PT ise OM, HS ve NÖM bakımından kabuksuz PT'na göre en yüksek değerler elde edilmiştir ($P<0,05$). PTK'nin besin madde analizi sonucunda OM ve ME değerleri bakımından kabuklu ve kabuksuz PTK örnekleri arasında farklılık gözlenmemiştir ($P>0,05$). Kabuksuz PTK'nin HP ($P<0,01$), HY ($P<0,05$) ve HK ($P<0,05$) değerleri kabuklu PTK'ne göre yüksek bulunmuştur. Kabuklu PTK'nin HS, Nişasta ($P<0,05$) ve NÖM ($P<0,01$) değerleri bakımından kabuksuz PTK'ne göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kabuklu ve kabuksuz PT makro mineral konsantrasyonları KM esasına göre sırasıyla %1,18±0.01 ve %1,09±0.00 K ($P<0,05$); %0,66±0,01 ve %1,01±0,01 P ($P<0,01$); %0,30±0,01 ve %0,42±0,01 S ($P<0,01$); %0,37±0,00 ve %0,47±0,00 Mg ($P<0,01$); %0,13±0,00 ve %0,11±0,00 Ca ($P<0,01$) olarak bulunmuştur. Esansiyel olmayan ağır metaller (Cd, Pb, Ni ve Al) bitki tohumu ve hayvan sağlığını tehdit etmeyecek düzeylerin çok altında olduğu belirlenmiştir. Ham PT yağında 20 yağ asiti tanımlanmış olup yağ asitleri arasında, linoleik asit C18:2 ω6 (%55.55±0,061) ana bileşen olarak tespit edilmiştir. Doymamış yağ asitlerinin düzeyi (70,78±0,014) doymuş yağ asitlerinden (29,22±0,011) daha yüksek olduğu bulunmuştur. Kabuklu ve kabuksuz PT ile PTK toplam fenolik içeriği sırasıyla 7,87±0,05 ve 2,18±0,02; 5,86±0,02 ve 1,91±0,01 mg gallik asit ekvalent (GAE)/g

olarak saptanmıştır ($P<0,01$). Kabuklu PT ve kabuksuz PT'nin serbest ve toplam gossipol düzeyleri sırasıyla; 294 ± 15 ve 440 ± 4 ; 521 ± 2 ve 706 ± 20 mg/kg olarak bulunmuştur ($P<0,01$). Sonuç olarak, Gossipolsüz Nazilli PT'nun düşük düzeyde gossipol ve yüksek düzeyde linoleik asit yağ içermesi ile beraber besin madde özellikleri açısından göreceli olarak daha yüksek olduğu; Gossipolsüz Nazilli PT ve küspesinde az da olsa bulunan fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesi, hayvan sağlığına ve üretim etkinliğine potansiyel katkıda bulunabileceği söylenebilir.

2019, 69 SAYFA

ANAHTAR KELİMELER: Pamuk Tohumu, Gossipol, Soğuk Sıkım Küspe, Besin Maddesi

ABSTRACT

MASTER THESIS

NUTRITIONAL COMPOSITION AND GOSSYPOL LEVEL OF GENETICALLY-IMPROVED THE NAZILLI GLANDLESS COTTON SEED, AND COLD EXPELLER COTTON SEED MEAL

ALİ CANIKLI

**TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF
NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF ANIMAL SCIENCE**

(SUPERVISOR:ASSOC. PROF.DR. ARDA YILDIRIM)

This study was carried out to determine the nutrient composition and gossypol levels of glandless cottonseed with and without shells and cottonseed meal obtained by cold squeezing of the seed with and without shells (glandless Nazilli variety). In nutrient analyzes, according to the dry matter fed basis (DM), DM, crude protein (HP), crude fat (CF), crude cellulose (CC), ash and nitrogen free extract (NFE) levels for corticated and decorticated cotton were 94.79% and 96.65%, 26.73% and 40.05%; 23.25% and 37.13%; 17.65% and 2.28%; 4.13% and 4.75%; 23.03% and 12.45%; for corticated and decorticated cottonseed meal were 94.77% and 94.99%; 33.24% and 42.09%; 25.39% and 32.36%; 13.94% and 7.78%; 4.65% and 5.02%; 17.55% and 7.74% respectively. Decorticated cotton seed (kernel) on DM basis; CP (P <0,05), CF (P <0,05), ash (P <0,01) and starch were found to have the highest values compared to corticated cotton seed. The highest values were obtained in terms of organic matter, CC and NFE compared to corticated cotton seed (P <0.05). As a result of nutrient analysis of cotton seed meal, no difference was observed between corticated and decorticated cotton seed meal samples in terms of organic matter and metabolic energy values (P> 0.05). The CP (P <0,01), CF (P <0,05) and ash (P <0,05) values of the decorticated cottonseed meal were higher than those of the corticated cottonseed meal. It was found that the values of corticated cottonseed meal was higher than those of the decorticated cottonseed meal in terms of CC, starch (P <0,05) and NFE (P <0,01). The cottonseed macro mineral contents with corticated and without decorticated as DM basis were found to be 1,18±0.01% and 1,09±0.00% K (P<0,05); 0,66±0,01% and 1,01±0,01% P (P<0,01); 0,30±0,01% and 0,42±0,01% S (P<0,01); 0,37±0,00% and 0,47±0,00% Mg (P<0,01); 0,13±0,00% and 0,11±0,00% Ca (P<0,01) respectively. Non-essential heavy metals (Cd, Pb, Ni and Al) were found to be well below the levels that would not threaten plant seed and animal health. Twenty fatty acids were identified in the raw cotton seed oil and among fatty acids, the main component was linoleic acid (C18:2 ω6; 55.55±0,061%). The content in unsaturated fatty acids (UFAs) was found higher than that of saturated fatty acids (SFAs). The total phenolics concentration of corticated cotton seed and

decorticated cotton seed meal were $7,87 \pm 0,05$ and $2,18 \pm 0,02$; $5,86 \pm 0,02$ and $1,91 \pm 0,01$ mg gallic acid equivalent (GAE)/kg respectively ($P < 0,01$). The free and total gossypol levels of corticated cotton seed and decorticated cotton seed were 294 ± 15 and 440 ± 4 ; 521 ± 2 and 706 ± 20 mg/kg. In conclusion, it was found that Nazilli glandless cottonseed and cottonseed meal had relatively low levels of gossypol and high level of linoleic acid fatty acid and was relatively higher in nutrient properties; It can be said that the antioxidant activity of phenolic compounds, which are rarely found in Nazilli glandless cottonseed and cottonseed meal can potentially contribute to animal health and production efficiency.

2019, 69 PAGE

KEYWORDS: Cotton Seed, Gossypol, Cold Press Meal, Nutrient

ÖNSÖZ

Gossipolsüz Nazilli pamuk tohumunun tedarikinde T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne (Aydın/Nazilli), pamuk tohumlarından küspe ve pamuk yağı eldesinde araştırmamıza katkıda bulunan Aydın Bitkisel Yağlar firmasının sahibi Sayın Ahmet Aydın'a (Sorgun/Yozgat); numunelerin mineral madde analizlerinde yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Halil Erdem'e; numunelerin fenolik bileşikler ve antioksidan kapasite gücünü belirlemede yardımlarını esirgemeyen Öğr. Gör. Dr. Nusret Genç'e teşekkürü bir borç bilirim.



ALİ CANIKLI

25 Temmuz 2019

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
ÇİZELGELER LİSTESİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Türkiye’de Pamuk Üretiminin Önemi	3
2.2. Pamuk Tohumu, Küşesi ve Gossipol	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM	25
3.1. Materyal	25
3.1.1. Gossipolsüz pamuk çığıti üretiminde uygulanan bakım işleri	25
3.1.2. Soğuk pres pamuk tohumu küsesi ve pamuk yağı elde edilmesi	26
3.2. Metot	28
3.2.1. Örneklerin hazırlanması	28
3.2.2. Besin madde analiz yöntemleri	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	34
4.1. Pamuk Tohumu ve Soğuk Pres Pamuk Tohumu Küşesinin Besin Madde Kompozisyonu	34
4.2. Pamuk Tohumu ve Soğuk Pres Pamuk Tohumu Küşesinin Mineral Madde Konsantrasyonu.....	38
4.3. Pamuk Tohumu Soğuk Pres Ham Yağın Yağ Asidi İçeriğı.....	45
4.4. Antioksidan Aktivite Testleri	47
4.1.1. Toplam fenolik bileşik tayini	47

4.1.2. Serbest radikal giderme aktivitesi (DPPH● testi).....	48
4.1.3. Demir indirgeme antioksidan gücü (FRAP) tayini	49
4.1.4. Katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS●+)	50
4.1.5. Bakır iyon indirgeme antioksidan kapasite tayini.....	51
4.5. Serbest ve toplam gossipol tayini.....	51
5. SONUÇ	55
6. KAYNAKLAR	57
7. ÖZGEÇMİŞ	70

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Kg	Kilogram
g	gram
mg	Miligram
L	litre
ml	Mililitre
°C	Santigrad derece

Açıklama

Kısaltmalar

PT	Pamuk Tohumu (Çiğit)
PTK	Pamuk Tohumu Küşpesi
KM	Kuru Madde
HP	Ham Protein
HY	Ham Yağ
HS	Ham Selüloz
HK	Ham Kül
NRC	National Research Center (Ulusal Araştırma Merkezi, ABD)
NÖM	Nitrojensiz (Azotsuz) Öz Maddeler
Ppm	milyonda bir kısım
OM	Organik Madde
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
AOAC	American Oil Chemists' Society (Amerikan Yağ Kimyacıları Derneği)
TE	Troloks eşdeğeri
ABTS	2,2'-azinobis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit)
BHT	Bütillenmiş hidroksitoluen
BHA	Bütillenmiş hidroksianisol
CUPRAC	Bakır İyon İndirgeme Antioksidan Kapasite Tayini
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil

FRAP
Tayin Yöntemi

Demir İyonlarını İndirgeme Antioksidan Kapasite

TEAC

Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite Tayini



ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. 2018 yılında Türkiye’de Yağlı Tohum Üretim Dağılımı	5
Şekil 2.2. 2018 yılında Türkiye’de Yağlı Tohum Üretimi	5
Şekil 2.3. Gossipolün kimyasal yapısı	7
Şekil 2.4. Organizmada gossipolün etkileri	14
Şekil 2.5. Gossipollü ve gossipolsüz pamuk bitki kısımları	18
Şekil 2.6. Solda, normal gossipol içeren pamuk tohumu, sağda TAM66274 gossipol içermeyen pamuk tohumu, Devendra Pandeya, Texas A&M AgriLife	19
Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan laboratuvar tipi soğuk pres makinesi	26
Şekil 3.2. Gossipolsüz Nazilli (bezsiz) pamuk tohumu işlenmiş hali.....	27

ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. Türkiye’de Pamuk, Çiğit ve Pamuk Tohumu Küşpesi (PTK) Üretimi	4
Çizelge 2.2. Yemlerde gossipolün kabul edilebilir en çok miktarları	10
Çizelge 2.3. Farklı pamuk tohumu küşpesinin besin madde kompozisyonları (% , KM)	12
Çizelge 2.4. Farklı pamuk tohumu küşpesinin gossipol içeriği (serbest ve toplam; mg/kg).....	12
Çizelge 2.5. Pamuk yağının yağ asidi profili.....	23
Çizelge 4.1. Pamuk tohumu ve soğuk pres küşpesinin besin madde içerikleri (% Yem’de; Ortalama±SE)	35
Çizelge 4.2. Pamuk tohumu ve soğuk pres küşpesinin besin madde kompozisyonu (% KM; Ortalama±SE).....	35
Çizelge 4.3. Araştırmada kullanılan kabuklu-kabuksuz PT ve PTK’nin mineral madde kompozisyonları (Yemde; Ortalama±SE)	39
Çizelge 4.4. Araştırmada kullanılan kabuklu-kabuksuz PT ve PTK’nin mineral madde kompozisyonları (KM; Ortalama±SE)	40
Çizelge 4.5. Çiftlik hayvanlarında mineral madde toleransları NRC (1980)	45
Çizelge 4.6. Kabuklu pamuk tohumundan elde edilen soğuk sıkım ham pamuk yağının yağ asidi bileşimi	46
Çizelge 4.7. Araştırmada kullanılan PT ve PTK’nin toplam fenolik içeriği (mg gallik asit ekivalent (GAE)/g).....	48
Çizelge 4.8. Araştırmada kullanılan PT ve PTK’nin DPPH radikal giderme aktivitesi (µmol TE/g ekstrakt)	49
Çizelge 4.9. Araştırmada kullanılan PT ve PTK’nin demir indirgeme antioksidan gücü (µmol TE/g ekstrakt)	50
Çizelge 4.10. Araştırmada kullanılan PT ve PTK’nin katyon radikali giderme aktivitesi (µmol TE/g ekstrakt)	50
Çizelge 4.11. Araştırmada kullanılan PT ve PTK’nin bakır iyon indirgeme antioksidan kapasitesi (µmol TE/g ekstrakt).....	51
Çizelge 4.12. Araştırmada kullanılan PT’nun serbest ve toplam gossipol düzeyleri (mg/kg)	52

1. GİRİŞ

Çiftlik hayvanlarından genetik yapılarının elverdiği ölçüde çok miktarda ve kaliteli ürün alabilmek için hayvanların dengeli ve yeterli düzeyde beslenmeleri gerekmektedir. Yeterli ve dengeli besleme, antibesinsel faktörleri iyi bilinen ve iyi formüle edilmiş temel besin maddelerini yeterli düzeyde ihtiva eden rasyonla sağlanabilir. Bu besin maddelerinden herhangi birinin gereğinden az veya fazla kullanılması performansta düşüş ile birlikte bazı metabolik rahatsızlıkları ortaya çıkarabilir. Besleme; basit anlamda hayvanların gereksinmesini karşılayacak rasyonun ekonomik olarak hayvanlara sağlanması faaliyetidir (Kutlu ve ark., 2007). Bu bağlamda; hayvanların besin madde ihtiyaçları ve bunu etkileyen etmenlerin, yemlerin besin madde kompozisyonlarının, yarayışlıklarının ve içerdikleri antibesinsel unsurların bilinmesi gerekir. Yem ham maddesi olarak kullanılan yağlı tohum bitkilerinin ve yan ürünlerinin besinsel özelliklerinin bilinmesinin hayvansal üretimde başarının artışına katkısı olabilecektir.

Ülkemiz, birçok bitkinin rahatlıkla yetiştirilebileceği iklim bölgelerine sahip nadir ülkelerden birisidir. Nüfusun hızlı artışı ve buna dayalı olarak besin maddesi temini ihtiyacının günden güne artması, yem maliyetlerinin yüksek olması, kalkınmada sanayiye öncelik verilmesiyle birlikte tarım arazilerinin azalması hayvan beslemede kullanılacak olan yem maddelerinin temini konusunda sıkıntı oluşturmaktadır. Bu nedenle alternatif yem maddelerinin hayvan beslemede kullanılması gerekmektedir.

Hayvansal üretimde verimlilik ve sürdürülebilirlik kaliteli ve ucuz yem temini ve iyi bir besleme programının uygulanması ile doğrudan ilişkilidir. Hayvancılıkta üretim maliyetlerinin %70'ini yeme dayalı giderler oluşturur ve yem temini, hayvancılıkta üretim maliyetlerini artıran en önemli unsurlardan biridir. Alternatif yem kaynakları olarak endüstriyel üretim yan ürünleri hayvan beslemede önemli yer almaktadır. Bunlar içerisinde besin maddesi bakımından önemli muhtevaya sahip olan pamuk bitkisi yan ürünlerinin hayvanların rasyonlarında daha fazla miktarda kullanılması maliyette iyileşme sağlayabilmektedir. Pamuk işleminin sonunda pamuk lifleri elde edildikten sonra çiğit adı verilen pamuk çekirdeğinin üzerinde kalan lifler (linter), çırçır denen fabrikalarda çiğitten (tohum) ayrılır. Tekstil endüstrisinde kullanılan pamuk,

günümüzde yem maddesi olarak kullanılsa da kullanılan kısımları pamuğun arta kalan bölümünü teşkil etmektedir. Pamuğun hayvan beslemede kullanılan kısmı telef olarak tabir edilmekte ve içerisinde fabrika atıkları bulunmaktadır. Ayrıca pamukta bulunan çiğit, önemli düzeyde ham protein ve içerdiği yağdan dolayı metabolik enerji değerine sahiptir.

Protein kaynağı olarak pamuk tohumu ve/veya pamuk tohumu küspesinin, çiftlik hayvanlarının rasyonlarında yaygın kullanımı olan ve pahalı olan soya küspesinin yerine ikamesinde yapısındaki antibesinsel faktörlerden dolayı kısıtlı düzeylerde kullanılabilir.

Çok eski yıllardan beri yetiştirilmekte olan pamuk bitkisinden, lifli ve tohumu olmak üzere iki önemli ürün elde edilmektedir. Tohumlarının değerli bir yağ ve protein kaynağı olduğunun bilinmesi, pamuk bitkisinin ekim alanının daha da genişlemesini sağlamıştır (Kırkpınar ve Ergül, 2003).

Son yıllarda, ıslah çalışmaları sonucunda bezsiz (glandless) pamuk çeşitleri üretilmiş olup bunlarda gossipol üreten bezler yoktur. Bu çeşitlerden üretilen yan ürünlerde zehirli pigmentler bulunmaz, bu yüzden bunlar beslenme için çok elverişli olmakla birlikte, sözü edilen çeşitler çok yaygın değildir. Ülkemizde üretilen bezsiz çeşitlerden biri de Aydın/Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsünün ıslah çalışmaları ile geliştirmiş olduğu Gossipolsüz Nazilli pamuk çiğiti ülkemiz yerli kaynakları arasında yer almaktadır.

Bu araştırmada, Aydın/Nazilli’de üretilen gossipolsüz pamuk çiğitinin ve soğuk sıkım küspesinin besin madde düzeyleri kimyasal analiz yöntemi ile belirlenerek kalitelerinin ortaya konması hedeflenmiştir. Böylece üretilen ya da üretime devam edilebilecek bölgelerde pamuk çiğitinin ya da küspesinin ham madde olarak hayvan beslemede kullanacak işletmeler için besin madde bileşimlerine ilişkin güncel bilgi kaynağı oluşturulması sağlanacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Çeşitli çiftlik hayvanlarının beslemesinde pamuk tohumu ve küspelerinin kullanımına ait birçok araştırma bulunsa da gossipolsüz pamuk tohumu ve küspeleri üzerine araştırmalar güncel olup istenilen düzeyde değildir. Bu nedenle dünyada gossipolsüz pamuk tohumu ve küspeleri üzerinde çalışmalara başta ABD ve Hindistan olmak üzere yoğun olarak devam edilmektedir. Ancak Türkiye'de bu konudaki çalışmalar çok sınırlı kalmıştır. Türkiye'de yağlı tohum üretimi içerisinde ayçiçeğinden sonra en çok yer alan pamuğun, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Ege bölgelerinde yaygın yetiştiriciliği yapılmaktadır. Dolayısıyla tohumlarının çiftlik hayvanlarının rasyonlarında kullanımı gözetilerek mevcut pamuk tohumunun üretim kaynakları içerisinde kullanımını sınırlandıran gossipolün olumsuz etkisini ortadan kaldırabilecek bezsiz pamuk tohumu üretimine yönelik stratejiler geliştirilmeli ve bunların gıda ve yem sektörüne kazandırılmasının milli ekonomiye önemli katkılar sağlayacağı göz ardı edilmemelidir.

2.1. Türkiye'de Pamuk Üretiminin Önemi

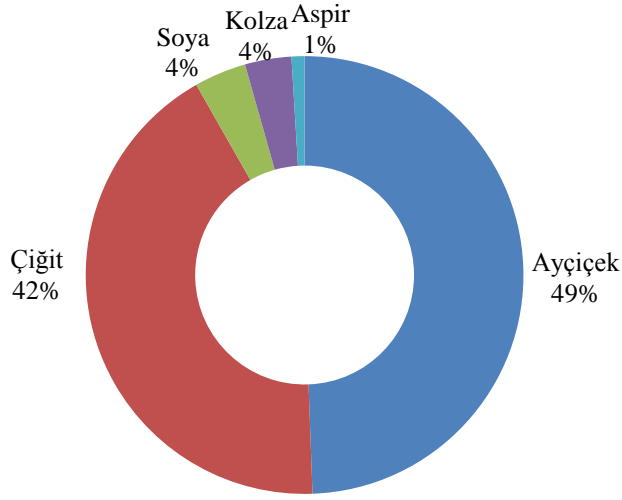
Pamuk bitkisi, yaygın kullanım alanıyla iş ve ekonomi dünyası için, oluşturduğu katma değer ve iş olanaklarıyla da üreticiler açısından büyük ekonomik değere sahip bir üründür. Pamuk, lifinden tekstil sanayiinde, işlenmesinden çırçır sanayisinde, çekirdeğinden yağ ve yem sanayisinde, linterinden ise kâğıt sanayiinde hammadde olarak kullanılan önemli bir bitkidir. Artan nüfus ve yaşam standardının yükselmesi, pamuk bitkisine olan ihtiyaç ve talebi de artırmaktadır. Bütün bunlar göz önüne alındığında pamuğa olan ihtiyaç, tüm dünyada artış göstermektedir (Anonim, 2018a). Öte yandan dünya nüfusunun besin maddesi ihtiyacını karşılamak için yetiştirilen hayvanların yem kaynakları sınırlıdır. Bazı yağlı tohumların ve hububatların insan beslenmesinin yanında biyoyakıt üretimi için de hammadde kaynağı olarak kullanılıyor olması hayvancılık için mevcut yeni tohum çeşitlerin geliştirilmesini, alternatif yem kaynakları aramayı, mevcut yem kaynaklarından daha fazla miktarda faydalanmayı gündeme getirmiştir.

Dünyada az sayıda ki ülkede ekolojinin pamuk tarımına elverişli olması nedeniyle, dünya üretiminin % 80'ine yakını Türkiye'nin de içinde bulunduğu az sayıda ülke tarafından yaklaşık olarak 64-65 milyon ton pamuk üretimi gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2018a). Çizelge 2.1., 2.2. ve Şekil 2.1'den anlaşılacağı üzere Türkiye'de en çok yağlı tohum üretiminde ayçiçeğinden sonra pamuk tohumu gelmektedir. Pamuk üretimi her yıl artış göstermekle birlikte 2018 yılı dikkate alındığında 1 542 000 ton çığit üretiminden 820 000 ton pamuk tohumu küspesi üretimi gerçekleşmiştir.

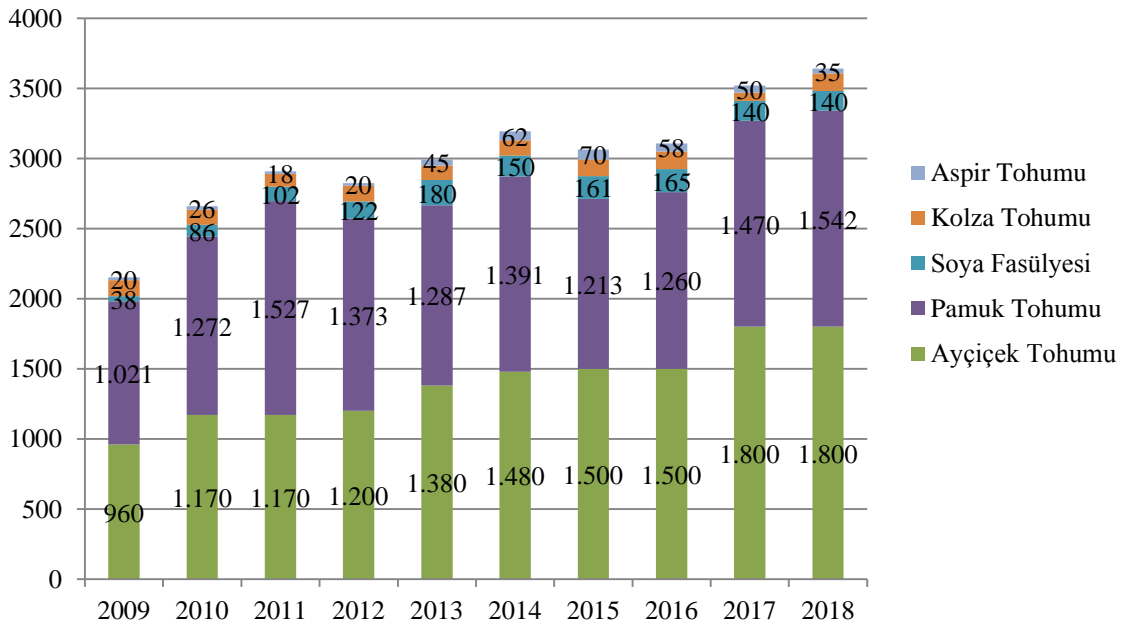
Çizelge 2.1. Türkiye'de Pamuk, Çığit ve Pamuk Tohumu Küspesi (PTK) Üretimi

Yıl	Pamuk üretimi (1000 ton)	Çığit (1000 ton)	PTK (1000 ton)	Değişim Oranı, %
2010	870	1272	354	24,21
2011	749	1527	536	51,41
2012	576	1373	470	-12,31
2013	500	1287	400	-14,89
2014	696	1391	567	41,75
2015	576	1213	479	-15,52
2016	696	1260	572	19,42
2017	871	1470	710	24,13
2018	980	1542	820	15,49

(TÜİK, 2018, Anonymous, 2018)



Şekil 2.1. 2018 yılında Türkiye’de Yağlı Tohum Üretim Dağılımı (TÜİK, 2018)



Şekil 2.2. 2018 yılında Türkiye’de Yağlı Tohum Üretimi (TÜİK, 2018)

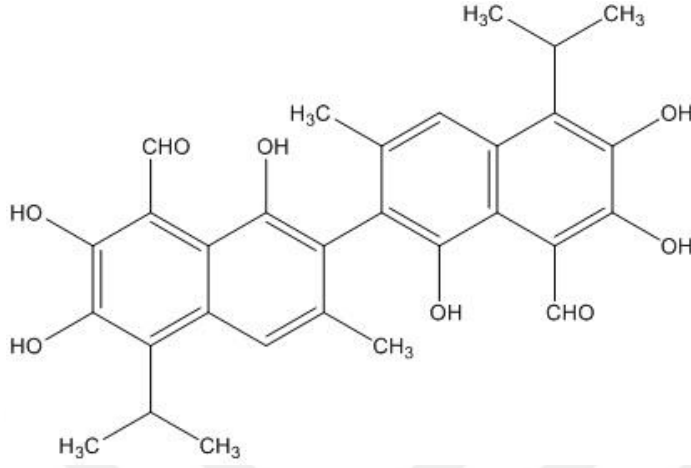
2.2. Pamuk Tohumu, K spest ve Gossipol

Tarlalardan hasat edilen ham pamuk (kütlü pamuk) iŐlenmeden önce içerisinde lif ve çekirdekleri bulunduran koza halindedir. Kütlü pamuk olarak da adlandırılan bu hammaddenin iplik fabrikasına gönderilmeden önce çekirdeklerinden ve tarımsal artıklardan (toz, yaprak, vb.) ayıklanması gerekmektedir. Çekirdek ve artıklardan temizlenmiŐ pamuk elyafı (lif) elde etmek amacıyla tasarlanmıŐ bu işleme  ır ırlama adı verilir.  ır ırlama işlemi sonucunda ana ürün olarak lif pamuk, yan ürün olarak ise pamuk tohumu ( iğit)  retilmektedir. Bununla birlikte belli bir oranda  ır ır atığı da oluŐmaktadır. Kütlü pamuktan ortalama lif randımanı %35-40 olup, %60'ı  iğittir.  iğitin ise % 60 çekirdek, % 28 kabuk, % 9 linter pamuğu ve % 3' n  de diğerleri oluşturmaktadır. Günümüzde tüm ürün ve atıkların kullanım alanları bulunmaktadır.  ır ırlama sonrasında lifleri alınan tohumlarda %19-28 oranında yağ bulunur ve %35-45 oranında küspe elde edilir (Wellmann 2007; Alkaya 2010; Sılgır, 2015).

Pamuk tohumu ve k spestinin her Őeyden evvel bir protein kaynağı yem olarak düŐünülmesi gerektiği ve özellikle protein ihtiyaçları yüksek olan ve bu besin maddesini iyi değerlendiren ruminant, kanatlılar ile genç hayvanların beslenmesinde önem taŐımaktadır Buna rağmen, ülkemizde bu hayvanların beslenmesinde pamuk tohumu k spestinin yeterli  l de kullanılamayacağı kanaati hakim olmuş ve uygulamada buna göre yapılmıştır. Bu düŐünce pamuk tohumu k spestinin "Gossipol" adı verilen toksik bileşik ihtiva etmesinden ileri gelmektedir ( zkan, 1974). Aksine, gossipol, anti-kanser, anti-protozoal, antiseptik, antiviral gibi çeşitli tıbbi ve endüstriyel uygulamalara da sahiptir. Doğurganlık  nleyici madde olarak iŐlev görür ve aynı zamanda doğal bir böcek ilacı olarak çeşitli araştırmalara konu olmuştur. Prostat kanseri, kolon kanseri ve meme kanserinin g cl  bir inhibitörüdür ve anti-mikrobiyal, farmakolojik, tıbbi ve endüstriyel alanlarda çok fazla kullanım alanlarına sahiptir (Lan ve ark., 2015; Singh ve ark., 2015; Singh ve ark., 2019)

İlk defa Withers ve Carruth (1915-1918) tarafından isimlendirilmiŐ olan gossipol, pamuk tohumu kotiledonlarındaki salgı bezlerinde bulunur. Formülü $C_{30}H_{30}O_8$ Şeklinde (Şekil 2.3) ve molekül ağırlığı ise 518'dir. Adi eterde ve asetonda kolaylıkla, trikloretilen ile karbon tetra klorürde az, petrol eterinde ve suda çok az erir. Yağda

kolaylıkla eridiğinden nötrale edilmemiş pamuk tohumu yağlarında koyu bir renk oluşturur (Juillet ve ark., 1955).



Şekil 2.3. Gossipolün kimyasal yapısı (Lee ve Dabrowski, 2002).

Gossipol pamuk tohumunun (çiğit) kotiledonlarındaki salgı bezlerinde serbest hâlde veya diğer maddelere bağlı olarak bulunur. Toksik etki yapan serbest gossipoldür (Özkan, 1974). Pamuğun başlıca tohumunda olmak üzere kök ve küspesinde 15'e yakın toksik glikozit bileşiğin olabileceği bildirilmekte, bu bileşikler arasında en yüksek konsantrasyonda gossipolün bulunması nedeniyle, toksikasyonlar da gossipol toksisitesi (gossypol toxicosis) adı altında ifade edilmektedir. Tohum ya da küspedeki gossipol konsantrasyonu ile birlikte protein ve yağ düzeyleri; bitkinin türü, yetiştiği toprak, yağ ekstraksiyon metodu, linter, tohum kabuğu ve iklime bağlı olarak değişmektedir (Karadaş ve ark., 1996; Nagalakshmi ve ark., 2007). Price ve ark. (1993) bitkide gossipol konsantrasyonunun yağış oranıyla pozitif, sıcaklıkla negatif korelasyon gösterdiğini; pamuk tohumundaki gossipol konsantrasyonunun %0.02 ile %6.64 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bugün dünyada kullanılan tohumlar bu bakımdan büyük bir varyasyon göstermektedir. Örneğin *Gossypium herbaceum*'da gossipol %0.19 (1900 ppm) iken, *Gossypium barbadense*'de %1.71'e (17100 ppm) kadar yükselmektedir (Özkan, 1974). Serbest gossipol içeriği bütün tohum için 4500 ile 10000 ppm arasında ve küspeler için 200 ile 5000 ppm arasındadır. Ülkemizde üretilen değişik tür pamuk tohumu küspelerinde saptanan değerlere göre gossipol miktarı ekspeller küspelerinde ortalama %0.032 (320 ppm), ekstraksiyon küspelerinde de %0.076 (760

ppm) civarındadır. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere ekstraksiyon pamuk tohumu küspesi, daha az ısı uygulanması nedeniyle parçalanmanın daha düşük düzeyde olmasına bağlı olarak ekspeller küspesinden daha fazla gossipol içermektedir (Ergül, 1993). Oğuz (2006) ile Tuncer ve Yalçın (1986)'nın, ülkemizde ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen PTK'lerinin serbest ve toplam gossipol değerlerini ortalama olarak sırasıyla 573 ppm ve 4180 ppm; ekspeller yöntemi ile elde edilen küspelerde ise 694 ppm ve 5650 ppm olarak saptamışlardır.

Hatay ilinde üretimi yapılan 7 adet tüm pamuk tohumu ve 14 adet pamuk tohumu küspesi örneğinde ham besin madde ve gossipol düzeylerinin belirlendiği bir araştırmada, tüm pamuk tohumlarında serbest gossipol düzeylerinin % 0.362 ile % 0.591 arasında olduğu; PTK örneklerinde ise ortalama serbest gossipol düzeyinin % 0.06 olarak tespit edildiği rapor edilmiştir. PT çeşitlerinde en yüksek HP değeri % 24.4 ile Şahin 2000 çeşidinde; en düşük HP değeri %16.8 değeri ile 119 çeşidinde; en yüksek HY değeri % 31.7 ile delinte edilmiş BA-320 çeşidinde bulunmuştur (Ustaoğlu, 2007).

Papadopoulos ve Ziras (1987), Yunanistan'da pre-pres solvent ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen PTK'lerinin 42 örneğinde besin madde içeriklerini % 41.1 - 48.3 HP, %0.46-2.29 HY, %14.7- 17.3 HS, %6.15-6.85 HK ve gossipol içeriğinin de % 0.034 - 0.128 (340–1280 ppm) aralığında olduğunu rapor etmişlerdir.

Calhoun ve ark. (1995) kabuklu ve kabuksuz pamuk tohumunda besin madde kompozisyonlarını sırasıyla %9.9 ve %6.9 nem; %17-26 ve %33-42 HY; %19.4 ve %30.3-38 HP, %22.6 ve %4.8 HS; %4.7 ve %6.9 HK olarak bulmuşlardır.

Zinn ve ark. (1997) pre-pres solvent ekstraksiyon PTK'nin besin madde içeriklerini; % 91.2 KM, % 42.4 HP, % 4.4 HY ve % 7.4 HK ve küspenin serbest ve toplam gossypol düzeylerini ise sırasıyla % 0.06 (600 ppm) ve % 1.41 (14100 ppm) olarak bulmuşlardır.

Osti ve Pandey (2006) ise pamuk çiğitinin, % 92 KM, % 23. 9 HP, %21 HS, % 39 NDF, % 29 ADF, % 0.16 Ca, % 0.75 P, 3.47 Mkal/kg metabolik enerji içerdiğini açıklamışlardır. Bahraini ve ark. (2019) İran'da radyasyonun pamuk tohumu küspesinin kimyasal kompozisyonu üzerine yapmış oldukları bir araştırmada ışınlanmamış kontrol grubu pamuk tohumu küspesinde besin madde kompozisyonlarını % 23.67 HP, %87.53 organik madde (OM), %7.33 HY, %28.31 HS, %0.16 Ca ve %0.95 P olarak bulmuşlardır. Umur ve ark. (2019) %34 HP içeren PTK'lerinde toplam gossipol

düzeşini 1468,2 mg/kg, %36 HP içeren PTK'lerinde toplam gossipol düzeşini 2285,4 mg/kg olarak bulmuşlardır.

Yehudi Coura de Assis ve ark. (2019) Boer oğlakların rasyonlarına soya küşpesi yerine %100 PTK ikamesinin (rasyonda %12 PTK) hayvanlarda üretim performansını besin maddesi tüketim ve sindirebilirliğini etkilemediğini; PTK'nin besin madde kompozisyonlarını % 92.7 KM, %23 HP, %6.5 HK ve %1.6 HY, olarak bulmuşlardır.

Wang ve ark. (2017) PTK ve fermente PTK'nin besin madde kompozisyonunu sırasıyla %91.9 ve 90.2 KM; %49.8 ve %51 HP; %8.5 ve 7.97 HS; %6.83 ve %7.16 HK; %0.14 ve %0.12 Ca; %1.08 ve %1.07 toplam fosfor; 17.85 ve 17.6 Mj/kg brüt enerji ve serbest gossipolü ise 820 mg/kg ve 346 mg/kg olarak bulmuşlardır.

Gadelha ve ark. (2014), serbest gossipolün etlik piliçlerde büyüme performansını önemli ölçüde engelleyebileceğini ve ölüm oranını artırabileceğini, ancak serbest gossipolün olumsuz etkisinin rasyondaki düzeyi ile ilişkili olduğunu açıklamışlardır.

İşleme tekniklerindeki ilerlemeyle birlikte istenmeyen antibesinsel faktörlerin tanınması, düşük düzeyde gossipol içeren PTK ile sonuçlanan yağ çıkarma yöntemi geliştirilmiştir. Yüksek sıcaklıkta ısıtma olmadan üstün rafine teknoloji kullanılarak kabuk büyük ölçüde azaltılmış ve yağ ekstraksiyonu sırasında besin madde yoğunluğu maksimum ölçüde korunmuş, bu arada, yağ ekstraksiyonu sonrası solvent proseslerinde degossipolizasyon muamelesi sonucunda PTK'de serbest gossipol seviyeleri oldukça azaltılmaktadır (Sterling ve ark., 2002). He ve ark. (2015) düşük gossipol düzeyli PTK'nin besin madde kompozisyonunu %93.7 KM; %50.54 HP; %5.70 HK ve serbest gossipolü ise 150 mg/kg olarak bulmuşlardır. Aynı araştırmacılar, %75 soya küşpesinin yerine düşük gossipol içeren PTK (21.76 mg/kg serbest gossipol) ikamesinin kanatlı hayvanları da büyüme performansını etkilemediğini gözlemlemişlerdir. Bir diğer araştırmada ise, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında (% 0 PTK), %6 PTK'nin (74.4 mg/kg serbest gossipol) 40-49 haftalardaki yumurtacı tavukların günlük ortalama yem tüketimini ve yumurtlama oranını olumsuz etkilemediği kanıtlanmıştır (Yuan ve ark., 2014). Aynı araştırmacılar, PTK ve ekspander PTK'nin besin madde kompozisyonunu sırasıyla %91.2 ve 91 KM; %43.9 ve %43.8 HP; %5.97 ve 5.74 HS; %6.63 ve %6.50 HK; %0.63 ve %0.57 HY; %0.27 ve %0.26 Ca; %1.04 ve %1.08 toplam fosfor ve serbest gossipolü ise 1240 mg/kg ve 400 mg/kg olarak bulmuşlardır. Jazi ve ark. (2017),

PTK ve fermente PTK'nin besin madde kompozisyonunu sırasıyla %92.6 ve 90.2 KM; %36.3 ve %39.2 HP; %12.6 ve 8.21 HS; %5.20 ve %6.05 HK; %1.10 ve %1.01 HY ve serbest gossipolü ise 584.3 mg/kg ve 68 mg/kg olarak bulmuşlardır. Konuşkan ve ark. (2017) pamuk tohum çeşitlerinin tohum ve yağ kimyasal özelliklerini inceledikleri araştırmada pamuk çeşitlerinin (Çukurova 1518, PAUM 15, BA 119) ortalama KM'sını %92.3-93.2; yağ miktarını ise %17.2-19.6 aralıklarında olduğunu gözlemlemişlerdir.

Ülkemizde son olarak 05/02/2005 tarih ve 25718 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 2005/3 numaralı tebliğ ile, bazı yem ve yem hammaddelerinde bulunmasına izin verilen maksimum serbest gossipol miktarları Çizelge 2.2'de verilmiştir. (Anonim, 2005)

Çizelge 2.2. Yemlerde gossipolün kabul edilebilir en çok miktarları

İstenmeyen maddeler	Hayvan Beslemede Kullanılan Yemler	Kabul edilebilir en çok miktar (ppm; %88 KM yem)
Serbest gossipol	Yemlik maddeler, aşağıdakiler dışında	20
	-Pamuk tohumu	5000
	-Pamuk tohumu küspesi	1200
	Tam yemler; aşağıdakiler dışında:	20
	-Sığır, koyun ve keçi tam yemleri	500
	-Buzağı ve kanatlı tam yemleri (Yumurta tavuğu hariç)	100
	-Tavşan ve Domuz tam yemleri (Domuz yavrusu hariç)	60

Yine Çizelge 2.3 ve 2.4'de çeşitli araştırmacıların farklı pamuk tohumu küspelerinin besin madde kompozisyonları ile gossipol içerikleri (serbest ve toplam; mg/kg) ilgili sonuçlar verilmiştir. Tarım Bakanlığının 06/05/2004 Tarih ve 25454 sayılı Resmi gazetede yayınladığı Küspe Normları Tebliğinde, ekspeller pamuk tohumu küspesi (PTK)'nin en az % 88 kuru madde (KM) ve % 26 ham protein (HP), en çok % 9 ham yağ (HY), % 23 ham selüloz (HS) ve % 9 ham kül (HK) içerebileceğini, ekstraksiyon PTK'nde ise en az %88 KM ve %30 HP ile en çok %4.5 HY, %22 HS ve % 9HK olabileceği bildirilmiştir (Anonim, 2004). Gossipolün kanatlı hayvanlar, tek mideli hayvanlar ve genç ruminantlar için toksik olduğu yapılan çok sayıda ki araştırmalarla saptanmıştır (Phelps, 1966; Scott ve ark., 1969) Hayvanların tolere edemeyeceği düzeyde gossipol, kanatlılarda metabolik enerjiden yararlanmayı düşürmekte, ölüm oranını yükseltmekte,

yumurta iç kalitesini bozmakta, yumurtadan çıkış gücünü de olumsuz yönde etkilemektedir. Fakat pamuk tohumu küspesinin besleme değerini incelerken, sadece onun kapsadığı gossipol miktarını değil, diğer faktörleri de dikkate almak gerekmektedir. Gossipolün yanı sıra pamuk tohumu yağı, yumurta içi kalitesinin bozulmasına yol açan iki önemli bileşik kapsamaktadır. Bunlar, yağ asitlerinin transformasyonunda delta-9-desaturaz gibi enzimatik aktiviteleri inhibe edici özelliğe sahip siklopropan (cyclopropan) yağ asitlerinden malvalik ve sterkulik asitleridir. Rasyonda küçük miktarda gossipol, belirli süre depolanmış yumurta sarısını tabii rengini kaybederek beneklenip, lekelenmesine ve mavimsi-yeşil bir renk almasına yol açarken, malvalik ve sterkulik asitler de yumurta beyazının pembeleşmesine sebep olmaktadır (Scott ve ark., 1969; Diaw ve ark., 2012).

Gossipol'ün toksik etkisi bilhassa kümes hayvanlarında daha barizdir. Cıvciv döneminde bu hayvanların rasyonlarındaki gossipol düzeyi %0.012'nin (120 ppm) üzerinde ise yumurta verimi ve cıvciv çıkış gücü gerilemekte bu düzey %0.04'ü (400 ppm) aştığında ise gelişme durmaktadır (Ergül ve Schiller, 1972; Ergül ve Pekerten, 1977). Bununla birlikte, çeşitli araştırmalarda, rasyonda 200 mg/kg düzeyden düşük serbest gossipol ile cıvciv performansının önemli ölçüde etkilenmediği rapor edilmiştir (Heywang ve Kemmerer, 1966; Smith ve Clawson, 1970; Hermes ve ark., 1983).

Gossipol, ruminantlarda özellikle rumen gelişmesi henüz tamamlanmamış olan genç hayvanlarda etkili olmaktadır. Yapılan bir araştırmaya göre, buzağılara rasyonlarıyla %0.023 (230 ppm) düzeyinde gossipol verildiğinde yem tüketimi ve gelişme normal olmuş, fakat bu düzey %0.071'e (710 ppm) çıkarıldığında deneme hayvanlarının yarısı, %0.1'e (1000 ppm) çıkarıldığında ise tamamı ölmüştür (Ergül ve Pekerten, 1977). Araştırmacılar, bu hayvanlarda gossipolden ileri gelen zehirlenme belirtilerini ilk başta iştahsızlık ve peklik şeklinde belirtmektedirler. Bu arada hayvanların kılları dikleşmekte, solunum güçleşmekte ve yürüyüşler düzensiz hale gelmektedir. Daha sonra hayvan iyice zayıflamakta, görme yeteneğini kaybetmekte ve son olarak komaya girerek ölmektedir (Ergül, 1981).

Kutlu (2002), günde 24 g'ın üzerinde serbest gossipol alan yüksek süt verimli sığırlarda toksik etkilerin oluşacağı, kan hemoglobin düzeyinin düşeceği, kanda üre ve protein düzeylerinin artacağı, solunum rahatsızlıklarının görüleceği, gebe hayvanlarda yavru

atmaların, damızlık erkek materyallerde kısırılığın ve ayrıca karaciğerde gossipol birikimine bağı olarak hepatotoksik etki nedeniyle A vitamini noksanlığından kaynaklanan bazı olumsuzlukların görülebileceğini bildirmiştir.

Koyunlarda gossipolün etkisi, veriliş şekline göre farklı olmaktadır. Damardan enjekte edilen gossipol'ün rasyonla verilene nisbetle daha fazla toksik etkiye sahip olduğı görülmüştür. Gossipol'ün bu hayvanlarda etkililiğı çok az yem yeme ve dolayısıyla zayıflama şeklinde kendini göstermekte, mütakiben ölüm meydana gelmektedir (Ergül, 1973).



Çizelge 2.3. Farklı pamuk tohumu küspesinin besin madde kompozisyonları (% , KM)

Besin Maddesi	Kabuksuz													Kabuklu				Gossipolsüz Ekstraksiyon		
	Ekspeller									Ekstraksiyon				Ekspeller						
	1	2	3	4	5	6	7	8	Ort.	3	6	9	Ort.	3	10	11	Ort.	4	5**	Ort.
HP	34,2	43,7	37,9	56,0	49,3	44,0	29,7	45,0	42,5	38,7	46,0	45,0	43,1	22,0	28,7	30,3	27,1	49,8	52,0	50,9
HY	7,3	7,4	7,0	2,6	1,9	4,2	4,9	1,5	4,6	0,3	0,5	7,2	2,7	7,5	2,0	4,2	4,6	1,0	1,0	1,0
HS	18,0	17,6	12,5	15,9	-	12,9	15,7	10,0	14,6	12,7	15,1	11,0	12,9	29,0	26,9	26,9	27,4	14,9	-	14,9
HK	5,3	6,1	6,5	8,9	-	-	7,0	6,5	6,7	6,4	-	9,0	7,7	5,0	5,3	4,7	5,0	6,9	-	6,9
ME*	8,0	9,4	11,8	-	9,3	10,4	10,4	-	9,9	9,4	11,2	-	10,3	7,9	-	9,1	8,5	-	9,1	9,1
Ca	0,2	0,3	-	-	-	0,2	0,1	0,2	0,2	-	0,2	-	0,2	-	0,2	-	0,2	-	-	-
P	0,8	0,9	-	-	-	1,1	0,7	1,2	0,9	-	1,1	-	1,1	-	0,7	-	0,7	-	-	-

HP: Ham protein; HY: Ham yağ; HS: Ham selüloz; HK: Ham kül; ME*: Metabolik Enerji MJ/kg; Ca: Kalsiyum; P: Fosfor; **1: Panigrahi ve ark. (1989); 2: El-Boushy ve Raternick (1989); 3: Sharma ve ark., (1978); 4: Ryan ve ark. (1986); 5: Reid ve ark. (1984); 6: NRC (1994); 7: Sekhar-Reddy ve ark. (1998); 8: Watkins ve ark. (2002); 9: Henry ve ark. (2001); 10: Nagalakshmi (1997); 11: Balogun ve ark. (1990).

13

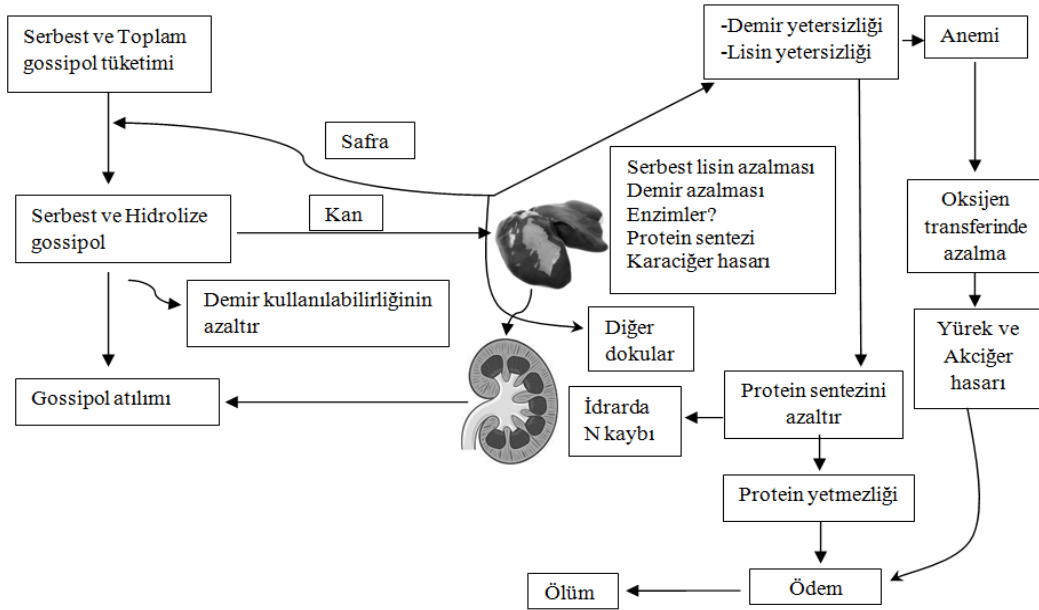
Çizelge 2.4. Farklı pamuk tohumu küspesinin gossipol içeriği (serbest ve toplam; mg/kg)

Gossipol	Kabuksuz								Kabuklu			Gossipolsüz Ekstraksiyon		
	Ekspeller							Ekstraksiyon	Ekspeller					
	1	2	3	4	5	6	Ort.	4	4	7	Ort.	1	2	Ort.
Toplam	14144	-	10000	6920	-	12300	10841	6333	3900	5183	4542	362	-	362
Serbest	519	426	1700	360	1300	1900	915	467	600	2700	1650	106	130	118

1: Ryan ve ark. (1986); 2: Reid ve ark. (1984); 3: El-Boushy ve Raterink (1989); 4: Sharma ve ark. (1978); 5: Watkins ve ark. (2002); 6: Gamboa ve ark. (2001); 7: Nagalakshmi ve ark. (2001).

Ergin hayvanlarda ise gossipol'ün çok miktarda tüketimiyle sığır ve koyunlarda ilk başta idrar güçlüğü görülür. Kısa bir süre sonra bu durum tamamen idrar yapamama haline dönüşür. Bazı durumlarda ise toksik etki kendini bulantı ve kusma ile belli eder. Bağırsak ve böbreklerde iltihaplanmalar görülür. Gübre ve idrar kanlı olarak dışarıya atılır. Bu görünümünden sonra ise ölüm meydana gelir. Ülkemizde pamuk tohumu küspesi ile yapılan tek yönlü yemlemelerde en sık görülen durum ise körlüktür. Böyle hayvanlarda gözler iltihaplanır, eklemler şişer, yürüme zorluğu kendini gösterir. Hızlı ve yorgun görümlü, yavaş solunum, ishal, titreme ve ateş diğer belirtilerdir. Meydana gelen körlüğün nedeni gossipol'den çok pamuk tohumu küspesinin vitamin A bakımından yetersiz olmasına bağlanmaktadır (Ergül ve Pekerten, 1977; Ergül, 1981).

Genel olarak gossipol'ün vücutta meydana getirdiği düzensizlikler (Şekil 2.4) arasında en önemli ve en yaygın olanlar anoreksia, canlı ağırlık kaybı, pülmoner ödemler, hidrotoraks, karın boşluğunda seröz sıvı toplanması, dispnea, hepatik dejenerasyon, miyokardiyal hipertrofi, Kardiyo dejenerasyonudur. Bu düzensizliklerin oluşumundaki gossipol toleransı, rasyonun ihtiva ettiği protein ile demire yakından bağlı bulunmaktadır. Bu sebepten, çeşitli çiftlik hayvanlarının gossipol toleransları arasında büyük farklılıklar olmaktadır (Anonymous, 1967).



Şekil 2.4. Organizmada gossipolün etkileri

(<http://www.unu.edu/unupress/food/8F024e/8F024E11.gif>)

Yeme demir tuzları ilavesiyle gossipolün zararlı etkileri giderilebilmektedir. Çünkü serbest gossipol, demir tuzlarıyla sindirim enzimlerinin etkileyemediği kompleks bileşikler meydana getirmekte ve gübre ile dışarı atılmaktadır. Gossipollü PTK'dan etlik piliç karmalarına %30-35 hatta %50'ye varan oranlarda, yumurta tavuklarının karmalarına ise %20 oranında katıldığında herhangi bir zararlı etkisi olmamaktadır. Kümes kanatlılarının rasyon yemlerine %10-15, etlik piliçlere ise %10 düzeyine kadar katılması durumunda zararlı bir etkisinin olmadığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Karabulut ve Filya, 2007). Yumurtacı tavukların PTK içeren diyetlerinde 20 ya da 59 mg/kg düzeyinde serbest gossipolün bulunması durumunda düzeyinin yumurtlama performansında ve yumurta sarı diskolorasyonunda değişiklik olmadığı tespit edilmiştir (Nagalakshmi ve ark., 2007). Panigrahi ve ark. (1989) yumurtacı tavukların rasyonuna %30'a kadar PTK (225 mg/kg serbest gossipol) ilavesinin yumurta verimini olumsuz etkilemediğini ve sonraki yapmış olduğu araştırmada ise aynı PTK'nin (262 mg/kg serbest gossipol) yumurta sarı diskolorasyonunun görülmediğini bildirmişlerdir (Panigrahi ve Hammonds, 1990). Geviş getiren hayvanlar ise gossipole karşı kanatlılardan daha az hassas oldukları için gerek genç, gerekse gelişmesini tamamlamış sığır ve koyunların kesif yem karmalarına protein takviyesi olarak %50 ve hatta daha yüksek oranlarda pamuk tohumu küspesi katılabilmektedir (Efe, 2016; Umur ve ark., 2019).

PT ve PTK'da bulunan gossipolün hem (+), hem de negatif (-) izomerleri mevcuttur. Gossipolün zararları üzerine birçok çalışma bulunmasına rağmen izomerlerinin sayısal olarak belirlenmesi için uygun yöntem olmadığı için yeterli çalışma mevcut değildir. Hron ve ark. (1999), yaptıkları çalışma ile gossipolün izomerlerinin sayısal olarak belirlenmesini mümkün kılan metodu geliştirmişler ve bu aşamadan sonra gossipol izomerlerinin toksisitesi üzerine çalışmalara başlanılmıştır (Umur ve ark., 2019). Dolayısıyla ülkemizde PT ve/veya PTK'lardaki gossipol izomerlerinin çiftlik hayvanları üzerindeki toksik etkilerini ortaya koyabilecek araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Gossipol'ün insan ve hayvan beslenmesindeki zararlı etkilerini en ucuz şekilde ortadan kaldırmanın yolu tohumunda gossipol bulunmayan çeşitlerin ıslahıdır. Türkiye'de ilk kez 1986 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümündeki çalışma grubu tarafından yurtdışından sağlanan gossipolsüz gen kaynakları arasında melezleme çalışmaları yapılarak Gossipolsüz pamuk ıslahı adı altında elde edilen döller üzerinde

yapılan seleksiyonlar sonucu verimli, kaliteli ülkemiz koşullarına uyan bir tip geliştirerek “Gossipolsüz-86” adı ile anılan ilk gossipolsüz Türk pamuk çeşidi elde etmişlerdir (Emiroğlu ve ark., 1974; Emiroğlu ve ark., 1989)).

Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsünde melezleme ıslahı ile elde edilmiş gossipolsüz pamuk tohumu (bitki yüzeyinde ve tohumda gossipol bezleri bulunmayan), verimli, teknolojik değerleri üstün bir çeşittir. Pamuk tohumunun küspesi geviş getirmeyen hayvanların beslenmesinde, yağı ise insan beslenmesinde kullanılmaktadır. Pamuk tohumu, yapısında doğal olarak bulunan “Gossipol” fenolik bileşik sebebiyle kendisinden yeterince yararlanmayı sınırlamaktadır (Şekil 2.5). Ham yağa koyu bir renk verdiği için, yağ ağartma işlemine tabii tutulmaktadır. Öte yandan pamuk tohumunun depolanması serbest gossipol içeriğini çok az düzeyde azaltmaktadır. Protein kaynağı olarak pamuk tohumu küspesi içeren rasyonda serbest gossipolün toksik etkilerini hafifletmek için birkaç yöntem kullanılmaktadır. Bunlar, ısıl işlem, katı faz fermantasyonu (Wu ve Chen, 1989; Zhang ve ark., 2006; Sun ve ark., 2012; Kanyinji ve ark., 2014; Nie ve ark., 2015), ışınlama (Bahraini ve ark., 2017), rasyona lizin (Henry ve ark., 2001a; Mahmood ve ark., 2011), demir sülfat (Tabatabai ve ark., 2002) ve kalsiyum hidroksit (Nagalakshmi ve ark., 2002a, b; 2003) eklemesidir. Dolayısıyla gossipol ihtiva eden küspe kullanıldığında bu metodlar kullanılarak zararsız hale getirilmedikçe kullanılmamakta ya da rasyonda sınırlı düzeylerde kullanılabilir. Bu nedenle Gossipol içermeyen tohumların kullanılması önem arz etmektedir. ABD’de gossipolü ancak yapraklarında ve gövdesinde kalan, gossipolsüz (bezsiz) tohum üretmeyi (Şekil 2.6) başarmışlardır. Dolayısıyla araştırmacılar bezsiz pamuk tohumunun konvansiyonel pamuk tohumuna göre zararlı böcek saldırılarına veya hastalıklara maruz kalmadığını bildirmişlerdir (Janga, ve ark., 2019).

Melezleme Nazilli-84 (ana), gossipolsüz-86 çeşidi (baba) ebeveyn olarak alınmıştır. 1991 yılında başlayan ıslah çalışmaları 2001 yılında tamamlanmıştır. NGF-63 hat adı ile 2000 yılında tescil denemelerine alınan bu çeşit birçok özelliği yönüyle 2002 yılında Gossipolsüz Nazilli adıyla tescil ettirilmiştir. 2002 yılında ülkemizde geliştirilen agronomik ve teknolojik özellikleri en yüksek gossipolsüz bir pamuk çeşididir. Gossipolsüz olması nedeniyle Türkiye pamuk üretim bölgelerinin hepsinde başarılı bir şekilde üretimi yapılabilecek ve tohumları yağ sanayinde, küspesi ise kanatlı ve geviş getiren hayvanların rasyonlarında kullanılabilir bir pamuk çeşididir (Anonim,

2018b). Senegal’de Diaw ve ark. (2012) etlik piliçlerin rasyonuna %25 oranında bezsiz iç pamuk tohumu kullanımının ürün karlılığını artırabileceğini kanıtlamışlardır. Gossipol’ün pamuk tohumunda bulunması, pamuk bitkisi tarafından üretilen tüm proteinin ruminant yemi ve su ürünleri yetiştiriciliğinde (çok az düzeyde) serbest olarak kullanılmaktadır. Son araştırmalar, birçok su ürünleri türünün beslemelerinde yetiştirme performansında bir düşüş olmadan %100 balık unu yerine ultra-düşük Gossipollü pamuk tohumunun ikame edilebileceğini göstermiştir (Wedegaertner ve Rathore, 2015).





Şekil 2.5. Gossipollü ve gossipolsüz pamuk bitki kısımları (a: koza, b: gövde, c: yaprak, d: çiçek, e: tohum, f: stigma). Resim a, b, c ve e’de, soldakiler bezesiz, sağdakiler bezeli; d’de sol tarafta bezeli, sağ tarafta ise bezesiz; f’de ise üstte bezesiz ve altta bezeli yapılar görülmektedir (Fidan ve ark., 2009).



Şekil 2.6. Solda, normal gossipol içeren pamuk tohumu, sağda TAM66274 gossipol içermeyen pamuk tohumu, Devendra Pandeya, Texas A&M AgriLife

Yemler, hayvanların ihtiyaç duydukları besin maddelerini ve enerjiyi karşılama gibi olumlu etkilerinin yanı sıra içerdikleri toksik ve zararlı maddelerle hayvanın sağlığının bozulması ve elde edilen ürün kalitesinin düşmesi gibi etkilere de neden olabilirler. Bu nedenle hayvanların dengeli beslenmesinde hangi türdeki ve yaştaki hayvana hangi yemin ne kadar ve nasıl verileceğinin, ayrıca yemlerin en iyi şekilde nasıl korunacağını çok iyi bilinmesi gerekir.

Her geçen gün özellikle protein kaynağı yem ihtiyacının arttığı ülkemizde, yerli kaynaklarımızdan maksimum düzeyde yararlanmak zorunlu hale gelmiştir. Ülkemizde diğer protein kaynağı yemlere göre çok fazla üretilen çığit ve pamuk tohumu küspesinin bu bakımdan birinci derecede önem taşıdığı öne sürülebilir. Ayçiçeğinden sonra en fazla üretilmesine rağmen, bu kadar değerli protein kaynağından ülkemizde azami derecede yararlanılmadığı anlaşılmaktadır.

Çiftlik hayvanlarının rasyonunda yem hammaddesi olarak ekspeller pamuk tohumu küspesi ekstraksiyon pamuk tohumu küspesine göre daha fazla kabuk içerdiğinden ham selülozu fazla, ham proteini ise daha düşüktür. Ayrıca üretim esnasında meydana gelen ısınma ile ortamdaki amino asitlerden lizin ve metiyonin önemli düzeyde zarara uğradığından proteininin niteliği de oransal olarak azalmış durumdadır. Yalnız sıcaklığın proteinin niteliği üzerindeki bu olumsuz etkisi karbonhidratlarda belirgin

ölçülerde olumlu şekile dönüşmektedir. Isı, ortamdaki karbonhidratın sindirimini yükselttiği gibi oluşan karamelizasyon küspesine tüketimi artıran hoş bir koku da verir. Proteininin miktarı ve niteliği ekstraksiyon küspesine göre daha düşük olan ekspeller pamuk tohumu küspesi, içerdiği %4-6 düzeyindeki ham yağ ve daha fazla ham selüloz düzeyi ile en iyi şekilde geniş getirenlerin rasyonlarında değerlendirilebilir. Ekstraksiyon pamuk tohumu küspesi, fiziksel görünüm bakımından ekspeller küspesine göre daha açık renkli, granül yapıda ve kolay tozuyabilen özelliktedir. Ham yağ içeriği %1'in altında olduğundan avuca alındığında kolayca parmaklar arasından akabilir. Tozuması ve ekspeller küspesine göre pek hoş olmayan tat ve kokusuyla hayvanlar tarafından tek başına biraz güç tüketilir. Ekstraksiyon pamuk tohumu küspesinin yağ oranının çok düşük olması ve daha az kabuk, dolayısıyla daha düşük ham selüloz içermesi nedeniyle ham protein içeriği ekspeller pamuk tohumu küspesine göre oldukça yüksektir. Ayrıca üretim yönteminin özelliği nedeniyle ham proteinin niteliği de daha az etkilendiğinden yem değeri bakımından oldukça tatmin edicidir. Ekspeller pamuk tohumu küspesinde olduğu gibi bu küspede de ilk sırada sınırlayıcı aminoasit lizin olup, bunu metiyonin izler. Yalnız lizin içeriği ekspeller küspesine göre daha yüksektir ve bunun etkisini de hayvanlar üzerinde görmek mümkündür. Her iki küspe özellikle fosfor bakımından çok zengin olup, kalsiyumca fakirdir (Ergül, 1993). Çok az veya hiç karotin taşımaz. Vitamin D yönünden fakirdir. B kompleksi vitaminleri ise orta derecededir (Özen ve ark., 1981).

Pamuk Yağı ve Bileşimi

Ticari öneme sahip bitkisel yağlar arasında hindistan cevizi yağı, palm türevi yağları, pamuk (çiğit) tohumu yağı, yerfıstığı yağı, zeytinyağı, ayçiçek yağı, susam yağı, mısır yağı, aspir yağı, kolza yağı, keten tohumu yağı, soya fasulyesi yağı ve kenevir tohumu yağı sayılabilmektedir. Pamuk tohumu yağı Dünya sıralamasında listelenen on yedi yağ içerisinde diğer bitkisel yağlarla karşılaştırıldığında dokuzuncu sırada yer almaktadır. Bu bitkiler dışında daha pek çok bitkiden yağ elde edilmektedir. Ancak bunlar genelde yerel olarak yetiştirilen, özel maksatlarla üretilen veya herhangi bir bitkinin yan ürünlerinin değerlendirilmesini amaçlayan uygulamalardır. Ülkemiz için en önemli yağ bitkileri arasında pamuk, ayçiçeği, susam, soya, yerfıstığı, aspir, kanola, haşhaş, mısır, zeytin sayılabilmektedir (Nas ve ark., 2001).

Pamuk yağı, pamuk tohumlarından elde edilen, karakteristik tadı ve kokusu olan, oldukça koyu renkli (kırmızı-kahverengi) bir yağdır. Pamuk bitkisi bir lif bitkisi olduğundan, tarımı sadece yağ üretimi için yapılmamaktadır. Pamuk çekirdeği, kütlü pamuktan elde edilen bir yan ürün olup üretimi, pamuk üretimi ile yakından ilgilidir (Anonim, 2008).

Pamuk yağı, pamuk tohumlarından ya mekanik presleme ile ya çözücü ekstraksiyonu ile ya da ikisinin kombinasyonu ile elde edilir. Kabuksuz çekirdeklerin mekanik preslenmesi ile küspede kalan yağ miktarı %33-42'den %3-4'e düşerken, ekstraksiyonla %1-2'lere düşer. İki yöntemin kombinasyonunda ise, ilk olarak çekirdekler ortalama basınç altında pres edilerek yağ oranı %18-20'lere düşürüldükten sonra kalan küspe çözücü ile muamele edilerek yağ oranı %1'in altına düşürülür (Erickson, 1990).

Pamuk yağının karakteristik özellikleri; pamuğun cinsine, yetiştiği coğrafi bölgeye, toprak şartlarına, iklime, gübreye, çekirdeklerin toplanması ve hasat sonrası depolama gibi şartlara bağlıdır. Genel olarak çekirdek gelişimi sırasında yüksek sıcaklıklar doymuş yağ asidi gelişimini etkiler. Ilık ve nemli koşullarda yetişen pamuklarda serbest yağ asitleri ve kırmızı renk daha yüksektir. Ayrıca toplanırken çekirdeklerin zarar görmesi de serbest yağ içeriğini yükselterek daha koyu renge sebep olur (O'Brien, 2004; Bailey, 2005).

Pamuk yağının yağ asidi bileşimi Çizelge 2.5'de verilmiştir. %14,7-21,7 oleik asit ve %46,7-58,2 linoleik asit içeriği ile oleik-linoleik grubu yağlar arasında yer alan pamuk yağının en önemli doymuş yağ asidi ise %21,4-26,4 gibi yüksek miktarda bulunan palmitik asittir. Pamuk yağı ayrıca %0,5'e kadar Malvalik (18-1) ve Sterkulik (19-1) asit içerir. Yağ asidi zincirinin merkezinde bulunan siklopropan halkadan dolayı bu asitler siklopropanoid asit olarak da adlandırılmaktadır. Bu asitlerin reaktanlarla meydana getirdikleri renk reaksiyonları pamuk yağını ayırt etmekte kullanılmaktadır. Siklopropanoid asit içeren yiyeceklerle beslenen tavuklarda yumurta üretiminin düştüğü, sığırcılarda ise kanserojen etki gösterdiği, büyümenin ve cinsel gelişiminin azaldığı görülmüştür. Ayrıca kızartmalarda siklopropanoid asidin okside olması rengi ve tadı etkilemektedir, bu asitlerin miktarları koku gidermeden sonra %0,5'ten %0,04'lere kadar düşürülmektedir (O'Brien, 2004; Gunstone ve Harwood, 2007).

Pamuk yağı, etlik piliçler için soya yağıninkine benzer şekilde yüksek düzeyde metabolik enerjiye sahiptir. Buna ek olarak pamuk yağındaki doymamış yağ asitlerinin konsantrasyonları da nispeten yüksektir (Yang ve ark., 2019).

Yang ve ark. (1999)'nın besi sığırları rasyonlarına pamuk yağı ilavesi ile 70 ve 80 günlere kadar beslenmeleri sonucunda hayvan adipoz dokularında daha çok doymuş yağ asitlerine (C18:0) ve daha düşük düzeylerde doymamış yağ asitlerine (C16:1 ve C18:1) sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Rengi esmer sarıdan koyu kırmızıya değişen pamuk yağı, toksik etkide ve polifenolik yapıda gossipol denen antioksidan özellikte bir pigment içerir. Pamuk tohumundaki gözeneklerde bulunan gossipolun büyük bir kısmı, yağ ekstrakte edildiğinde proteine bağlanırken, küçük bir kısmı da yağa karışarak koyu kırmızı-kahverengi rengi oluşturur. Bu ise rafinasyon sırasında özellikle asitlik giderme ve ağartmadan sonra uzaklaştırılmaktadır (Kayahan, 2004; Bailey, 2005; Karahasan, 2012).

Soya küspesi, Avrupa'da ve Türkiye'de hayvan beslemede en önemli protein kaynağıdır. Eğer yetiştiriciler özellikle hayvan rasyonlarında kullanılmak üzere GDO'lu kaynakları istemedikleri takdirde geleneksel üretim açısından alternatiflere gereksinim duyulmaktadır. Genel olarak ülkemizde sadece yem amaçlı olarak kullanılmak üzere GDO'lu soya ve mısır ithalatına izin verilmekle birlikte GDO'lu gıda ve yemlerin işleme ve tüketim amacıyla ithali, piyasaya sürülmesi, tescili, ihracatı ve transit geçişleri yasaktır. Nitekim çiftlik hayvanların rasyonlarının %20-30 düzeyini soya küspesinin oluşturduğu bilinen bir konudur. Ülkemizde üretiminin çok az olması (2018 yılı üretim 140 000 ton) nedeniyle ithal edilen hammaddeler içerisindeki soya küspesinin ekonomik açıdan rasyon maliyetini önemli düzeyde arttırması hayvanların protein ihtiyacının karşılanmasında yerli yağlı tohum bitkilerinden elde edilen küspeler (pamuk, ayçiçeği) her ne kadar soya küspesine göre özellikle kanatlı hayvanlar için kullanımını sınırlandıran antinütrisyonel faktörler ve protein kalitesinin yetersizliği olsa da bir alternatif ya da rasyonda her iki küspenin de yer alabileceği kombinasyonların da etkili şekilde kullanılabileceği konuma gelebilir. Üstün nitelikli hayvanlardan istenilen verimin alınabilmesi için mutlaka rasyonel besleme uygulanması gerekmektedir. Çiftlik hayvanları yetiştiriciliğinde yemleme konusunda yapılacak ekonomik düzenlemeler yeni, ucuz ve kaliteli yem kaynaklarının araştırılıp, geliştirilmesi geleneksel

yetiştiricilikte olduğu gibi organik hayvancılığın geleceği açısından da çok önemlidir.

Çizelge 2.5. Pamuk yağının yağ asidi profili

Yağ asitleri	Miktar (% ağırlık)	Literatür
Miristik (14:0)	0.6-1.0	1
	0.79	2
	0.82	3
	0.57	4
Palmitik (16:0)	21.4-26.4	1
	25.33	2
	24.41	3
	26.18	4
Palmitoleik (16:1)	0-1.2	1
	0.55	2
	0.59	3
	0.31	4
Stearik (18:0)	2.1-3.3	1
	3.08	2
	3.01	3
	2.88	4
Oleik (18:1)	14.7-21.7	1
	15.39	2
	18.13	3
	26.42	4
Linoleik (18:2)	46.7-58.2	1
	53.94	2
	52.08	3
	43.64	4
Linolenik (18:3)	0-1.0	1
	0.13	2
	0.35	3
Araşidik (20:0)	0.2-0.5	1
	0.30	2
	0.43	3
Gadoleik (20:1)	0-0.1	1
	0.18	2
Behenik (22:0)	0- 0.6	1
Erusik (22:1)	0-0.3	1
Lignoserik (24:0)	0-0.1	1
Toplam doymuş yağ asitleri	26.63	4
Toplam doymamış yağ asitleri	70.37	4

1: O'Brien (2004); 2: Karahasan (2012); 3: Konuşkan ve ark. (2017); 4: Mahesar ve ark. (2017); 5: Yang ve ark. (2019)

Eroldoğan ve ark. (2010) farklı su sıcaklıklarında, Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yemlerindeki balık yağının, kanola ve pamuk tohumu yağlarıyla değiştirilerek yürüttükleri araştırmada PT yağının yağ asidi kompozisyonunu palmitik asiti %23.4; linoleik asiti %55.0, omega-6 yağ asitlerini %55.2; oleik asiti %17.1; toplam doymuş yağ asitlerini %26.8, toplam tekli doymuş yağ asitini %17.6 olarak bulmuşlardır.

Bu araştırmada, ülkemizde yeni geliştirilmiş olan Gossipolsüz Nazilli PT çeşidinin soğuk sıkım yöntemi ile elde edilen küspesinin ve tohumunun besin madde içeriklerinin belirlenerek kimyasal kompozisyonları, toplam fenolik bileşikler, antioksidan kapasite ve gossipol düzeyleri ortaya konması hedeflenmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmanın yem materyalini besin madde analizinde kullanımı için T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Aydın/Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde üretilen Gossipolsüz Nazilli (bezsiz) pamuk tohumu kabuklu-kabuksuz dane, soğuk sıkım kabuklu-kabuksuz pamuk tohumu küspesi (Şekil 3.1.) oluşturmuştur. Bu çalışmada gossipolsüz pamuk tohumunun dane ve soğuk sıkım küspesinin besin maddesi kompozisyonunun ve gossipol düzeylerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

3.1.1. Gossipolsüz pamuk çiğiti üretiminde uygulanan bakım işleri

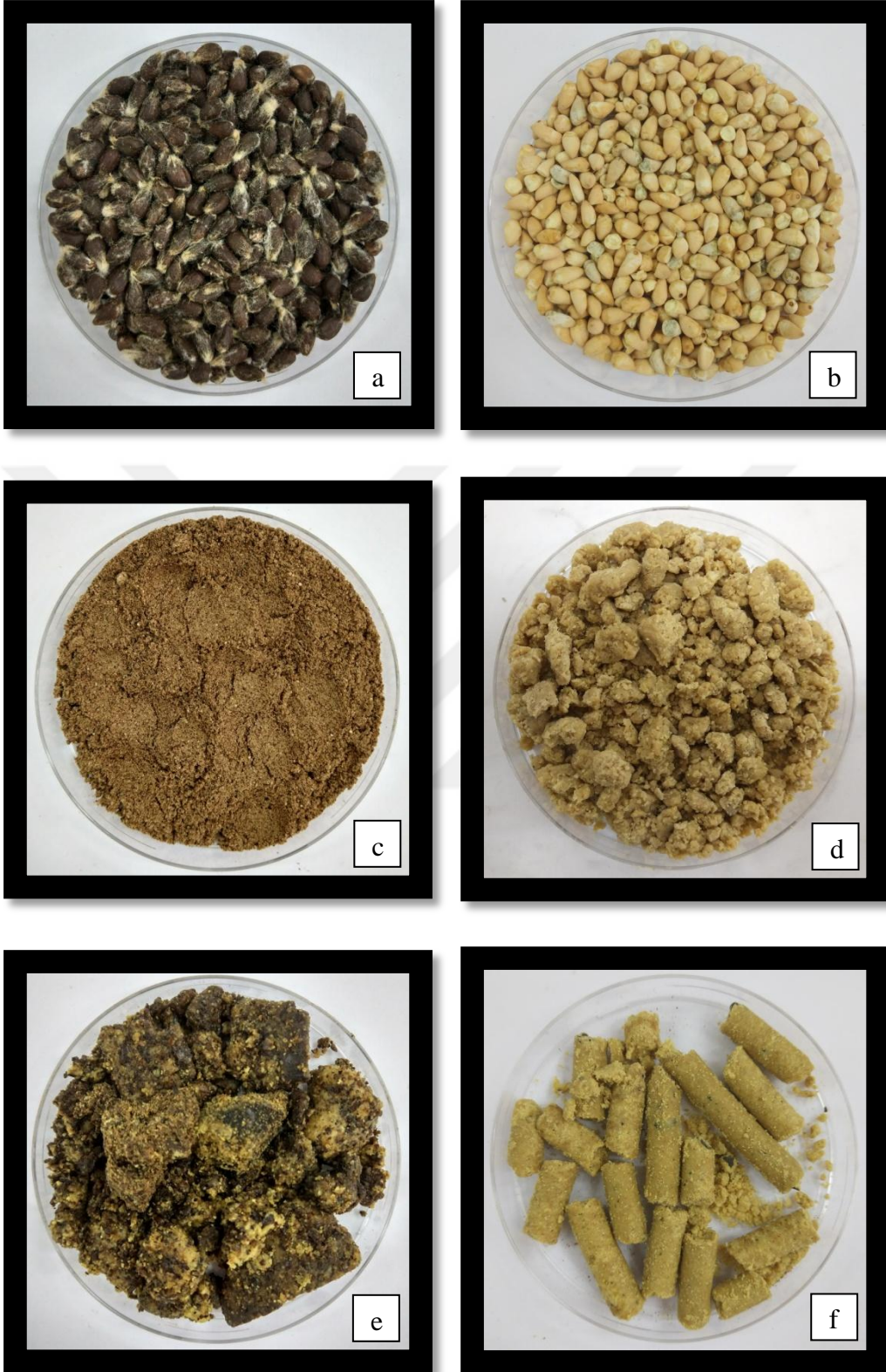
Araştırmanın ham materyali olan gossipolsüz (bezsiz) pamuk çiğiti üretimi için 2012 yılında T.C. Tarım ve Ormanlık Bakanlığı Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ekim alanının tava gelmesi için yağmurlama ile sulanmış, tavında pullukla 25–30 cm derinlikte sürülmüş, diskaro ile kesekler parçalanmış, 2 kez tapan çekilerek tarla ekime hazır hale getirilmiştir. Mayıs ve Haziran aylarında ekimler havalı mibzer ile sıra arası 70 cm olacak şekilde ekilmiştir. Pamuk için en uygun ekim derinliği, 2.0-3.8 cm'dir (Hake ve ark., 1996). Çıkışların tamamlanmasından sonra fideler dört gerçek yapraklı dönemde 20 cm sıra üzeri mesafede seyreltilmiş, 4 traktör çapasından sonra saf olarak dekara 6 kg azot, 7 kg fosfor olacak şekilde ekimle birlikte 20-20-0, çiçeklenme başlangıcında üstten 6 kg/da azot olacak şekilde %33 amonyum nitrat (AN) uygulanarak toplam 12 kg/da azot verilmiştir. İlk sulama ekimden, ikinci sulama seyreltme ve yabancı ot mücadelesinden, üçüncü ve dördüncü sulama üst gübrenin uygulanmasından sonra yapılmış, yeşil kurt ve pembe kurt zararlılarının çıkış durumuna göre ilaçlanmış, gossipolsüz pamuk hasadı 2012 yılının Ekim ayında makine ile yapılmıştır. Hasat edilen pamukların tohumları çırçır makinasından geçirilerek ayıklanmış ve linterli olarak toplanmıştır.

3.1.2. Soğuk pres pamuk tohumu küspesi ve pamuk yağı elde edilmesi

Pamuk yağının elde edilmesinde soğuk pres (BNK SP1560d, Ankara, Türkiye) makinası kullanılmıştır (Şekil 3.1.). Soğuk preste 5 mm çaplı çıkış ucu, 20 rpm vida dönüş hızı ve 40°C sabit çıkış sıcaklığı uygulanmıştır. Soğuk pres makinası ile kabuklu ve kabuksuz PT'sinden ayrı ayrı kabuklu-kabuksuz PTK'lar elde edilerek etiketleme yapılmıştır (Şekil 3.2). Pamuk yağı üretimi için kabuklu PT kullanılmış olup yağ üretimi sonrasında elde edilen yağ, içerisinde bulunabilen katı safsızlıkların giderilmesi amacıyla filtreden (Miroil) süzülerek, temiz flakon tüpe alınmıştır. Soğuk pres makinasından alınan iki farklı kabuklu-kabuksuz PTK'si blendırdan geçirilerek temel analizler için örnek alınmıştır.



Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan laboratuvar tipi soğuk pres makinesi



Şekil 3.2. Gossipolsüz Nazilli (bezsiz) pamuk tohumu işlenmiş hali (a: Pamuk tohumu, b: kabuksuz pamuk tohumu, c: Öğütülmüş pamuk tohumu, d: Öğütülmüş kabuksuz pamuk tohumu, e: soğuk sıkım pamuk tohumu küspesi, f: soğuk sıkım kabuksuz pamuk tohumu küspesi

3.2. Metot

3.2.1. Örneklerin hazırlanması

Gossipolsüz Nazilli pamuk çeşidinin hasadı sonrası elde edilen 600 kg çığitten farklı noktalardan üst, orta ve alttan eşit düzeyde alınan örnekler birleştirilerek karıştırılan 15 kg kaba örnek, analizler için laboratuvar örneği olarak kullanılmıştır (Karabulut ve Canbolat, 2005). Daha sonra kabuklu ve kabuksuz pamuk çığıti yem değirmeninde 1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. Pamuk çığıti soğuk sıkım makinasından geçirilerek soğuk sıkım küspesi elde edilmiştir.

3.2.2. Besin madde analiz yöntemleri

Pamuk tohumu ham maddesi Akyıldız (1984) tarafından belirtildiği şekilde örnek alma ve saklama metoduna uygun olarak muhafaza edilmiştir. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Yemler ve Hayvan Besleme ABD laboratuvarına getirilen örneklerin, hassas terazi kullanılarak, doğal haldeki ağırlıkları (g) alınmıştır (Akyıldız 1984). Tartımdan sonra örnekler 1 mm'lik elekten geçecek şekilde değirmende öğütülerek, analize hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler özel yem fabrikasının yem analiz laboratuvarında her örnek 3 tekrarlı olacak şekilde kimyasal analize tabi tutulmuştur. Alınan numunelerin; **kuru madde, ham protein, ham yağ, ham selüloz, ham kül, organik madde ve azotsuz öz madde analizleri Amerikan Analitik Kimya Derneği (AC (2000))'in** bildirdiği şekilde yapılmıştır. Besin madde analiz sonuçları kullanılarak enerji değerleri TSE (2008) tarafından tanımlanan aşağıda yazılı eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$ME \text{ (kcal/kg)} = 3260 + [0.455 \times HP\%] + [3.517 \times HY\%] - [4.037 \times HS\%]$$

3.2.2.1. Mineral madde analizi

Mineral madde analizi için bahsi geçen tüm numuneleri etüvde 70°C’de 48 saat kurutulduktan sonra her bir numuneden 0.2 g tartılmıştır. Daha sonra bu numunelerin üzerine 5 ml HNO₃ ve 2 ml H₂O₂ ilave edilerek mikrodalga cihazında (Mars 6) yağ yakma metoduna göre yakılmıştır. Yanma sonunda örneklerin son hacmi saf su ile 20 ml’ye tamamlanmış ve bu örneklerde Ca, P, K, S, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Mn, Cu, B, Ni ve Cd elementlerinin konsantrasyonları ICP-OES (Varian Vista) cihazında belirlenmiştir (Kaçar ve İnal, 2008).

3.2.2.2. Yağ asidi kompozisyonunun GC-FID ile belirlenmesi

Gossipolsüz pamuk tohumunun soğuk sıkım makinesinden elde edilen ham yağın yağ asidi analizi soğuk ekstraksiyon ve metil esterleştirme aşaması ve enjeksiyon işlemi Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır. Yağ numunesinden 50 mg tartılarak 3 mL hekzan içinde çözülmüştür. Üzerine 3 mL 2 M KOH (metanol içinde hazırlanan) ilave edilerek 1 dakika vortekslenmiştir. Fazların ayrılması için 30 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra üst fazdan (hekzan fazından) 1 mL GC vialine alınarak analiz edilmiştir. Yağ asitlerinin analizi Perkin Elmer Clarus 500 marka gaz kromatografi cihazında yapılmış olup; FID (alev iyonlaştırma dedektörü) ve Restek(Rtx-2330) kapiler kolon (30 m x 0.25 mm x 0,2 µm) kullanılmıştır. Yağ asitlerinin teşhisi standart olarak 37 yağ asidinin metil esterleri karışımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. GC cihazının dedektör sıcaklığı 250°C, enjektör sıcaklığı 250°C, enjeksiyon split 50/1, taşıyıcı gaz akış hızı helyum 1 ml/dk olacak şekilde ayarlanarak örnekler cihaza verilmiştir. Fırın sıcaklık programı 120°C’de 2 dk bekletilmiş daha sonra 180°C’ye kadar dakikada 2°C artması sağlanmıştır. 180°C’den 200°C’e kadar dakikada 4°C hızla sıcaklık artırılmış ve 200°C’de 3 dakika bekletilerek fırın programı sonlandırılmıştır.

3.2.2.3. Antioksidan aktivitesinin belirlenmesi

3.2.2.3.1. Antioksidan aktivite testleri için ekstrelerin hazırlanması

Pamuk tohumu ve soğuk sıkım küspe örneklerinin her birinden darası alınmış kapaklı cam tüplerin içerisine 200 mg örnek alınmış ve üzerlerine 10 mL metanol/diklorometan karışımı (5:1) ilave edilmiştir. Vortekslenip 30 dakika ultrasonik banyoda bekletildikten sonra buzdolabında (+4 °C), 2 gün süre ile ekstrakte edilmiştir. Elde edilen ekstrakta antioksidan aktivite analizleri uygulanmıştır. Antioksidan aktivite analizleri 3'er tekrarlı olarak yapılmış ve sonuçlar 3 paralel analizin ortalaması ve standart hata değerleri hesaplanarak verilmiştir.

3.2.2.3.2. Toplam fenolik bileşik tayini

Total fenolik tayini Folin-Ciocalteu metodu kullanılmıştır. Yöntem, suda ve organik çözücülerde çözülmüş olan fenolik bileşiklerin Folin-Ciocalteu ile alkali ortamda renkli kompleks oluşturması esasına dayanmaktadır. Oluşan mor–menekşe renkli kompleks 760 nm'de maksimum absorban vermektir (Slinkard ve Singleton, 1977). Bitki ekstraktı (100 µL, 1 mg/mL) üzerine Folin-Ciocalteu reaktifi (100 µL) ve %2'lik Na₂CO₃ (300 µL) ve 4,5 mL saf su ilave edilmiştir. Bu karışım vortekslenmiş ve oda şartlarında iki saat inkübe edildikten sonra 760 nm'de absorbansta (Shimadzu Scientific Instruments, Inc., Tokyo, Japonya) ölçümü yapılmıştır. Gallik asit kullanılarak elde edilen kalibrasyon grafiği kullanılarak toplam fenolik bileşik hesaplanmıştır. Sonuçlar g tohumda mg gallik aside eşdeğer (mg GAE/g) olarak verilmiştir.

3.2.2.3.3. Serbest radikal giderme aktivite tayini (DPPH• testi)

Bitki ekstralarının ve izole edilen moleküllerin 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH•) serbest radikalini giderme aktiviteleri etkileri Blois metoduna göre yapılmıştır (Blois, 1958). Reaksiyon karışımının absorbanasının düşmesi yüksek serbest radikal giderme

aktivitesinin göstergesidir. 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH[•]) radikalın etkinliğinin giderilmesi çalışmaları çeşitli araştırmacıların ortaya koydukları metodu takiben yapılmıştır (Hatano ve ark., 1988). Her bir numune için (10, 20, 30 ve 40 µL (mg/mL) dört farklı miktarda ve üçer tekrarlı olmak üzere örnekler hazırlanmıştır. Örneklerin hacmi 3 mL olacak şekilde etanol ilave edilmiştir. Daha sonra her numune üzerine 0,1 mM'lık DPPH[•] çözeltisinden 1 mL eklendi. Vorteks işleminden sonra karanlık ortamda oda sıcaklığında 20 dakika inkübe edilip, 517 nm'de absorban ölçümü yapılmıştır. DPPH giderme aktivite sonuçları µmol troloks eşdeğeri (TE)/g ekstrakt şeklinde verilmiştir.

3.2.2.3.4. Demir indirgeme antioksidan gücü (FRAP) tayini

Bu analiz Oyaizu metodunun (Oyaizu, 1986) bazı modifikasyonlarına (Elmastaş ve ark., 2006) göre yapıldı. Ortamdaki indirgen madde Fe³⁺ iyonlarını Fe²⁺ iyonlarına indirger ve FeCl₃ ilavesiyle oluşan Prusya mavisi rengindeki kompleksin absorbanı ölçülür. Yüksek absorban değeri yüksek indirgeme kapasitesinin göstergesidir. Her bir numune için (10, 20, 30 ve 40 µL (mg/mL) dört farklı miktarda ve üçer tekrarlı olmak üzere örnekler alınarak fosfat tamponu (0,2 M, pH=6,6) ile hacmi 1,25 mL'ye tamamlanmış ve üzerine 1,25 mL potasyum ferrik siyanür [K₃Fe(CN)₆] (%1'lik) ilave edilmiştir. 50 °C'de 20 dk inkübasyona bırakıldıktan sonra reaksiyon karışımı oda sıcaklığına getirilip üzerine 1 mL %10'luk TCA ve 250 µL %0,1'lik FeCl₃ eklendikten sonra 700 nm'de absorban değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar numunelerin derişime karşılık 700 nm'deki absorban değeri şeklinde verilmiştir.

3.2.2.3.5. Katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS^{•+})

ABTS^{•+} radikali giderme aktivitesi Re ve ark. (1999)'nın yaptığı çalışmaya göre belirlenmiştir. ABTS^{•+} oluşturulması, ABTS^{•+}'nin potasyum persülfat (K₂S₂O₈) oksidasyonu ile direkt üretilmiştir. Bu işlem için 2 mM'lık ABTS^{•+} çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözeltiliye 2,45 mM'lık potasyum persülfat çözeltisi eklenerek

ABTS^{•+} radikali elde edilmiştir. Her bir numune için (10, 20, 30 ve 40 µL (mg/mL)) dört farklı miktarda ve üçer tekrarlı olmak üzere örnekler hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler, hacimleri 3 mL olacak şekilde olan fosfat tamponu (0.1 M'lık, pH=7.4) eklenmiştir. Daha sonra bütün örnekler ABTS^{•+} çözeltisi (1 mL) ilave edildikten sonra 734 nm'de absorbanları ölçülmüştür. Sonuçlar troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) mmol şeklinde verilmiştir.

3.2.2.3.6. Kuprik iyon indirgeme antioksidan kapasite tayini (CUPRAC)

Kuprik iyon indirgeme antioksidan kapasite tayini Apak ve ark. (2004)'a göre yapılmıştır. 1.0×10^{-2} M CuCl₂, 7.5×10^{-3} M neokuproin çözeltileri ve 1.0 M amonyum asetat tamponundan (pH 7.0) 1.0'er mL alındı. Üzerine son hacim 4.1 mL olacak şekilde, 0-100 µg/mL derişim aralığında etanolde çözülerek hazırlanan X mL antioksidan çözeltisi ve (1-X) mL etanol ilave edilip iyice çalkalandı. Tüpler oda sıcaklığında ağzı kapalı olarak 30 dakika bekletildikten sonra 450 nm'de absorban okundu. Bu yöntemde standart olarak kullanılan Troloks için derişim-absorbans standart grafiği oluşturuldu. Antioksidan aktivitesi incelenen her örnek için derişime karşı absorban grafikleri çizildi. Antioksidan bileşiklerin grafiklerinden elde edilen eğimler Trolokse ait standart grafiğin eğimine oranlanarak TEAC CUPRAC değerleri hesaplanmıştır.

3.2.2.4. Serbest ve toplam gossipol tayini (spektrofotometrik metot)

Gossipolsüz pamuk tohumunun serbest ve toplam gossipol düzeyleri ise Türk Standartları Enstitüsü TSE (1988) tarafından bildirilen serbest ve toplam gossipol için TS 5889 numaralı yayında bildirilen yöntemlerle spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Pamuk tohumunda (kabuklu-kabuksuz) serbest gossipol için, 3- amino- 1- propanol ile isopropanol- hekzan, buzlu asetik asit karışımı kullanılarak, tüm gossipol için ise 3- amino-1-propanol, buzlu asetik asit ile dimetil form amid karışımı çözelti kullanılarak ekstrakte edildi ve anilin maddesi ile gossipoldianilide çevrildi. Daha sonra

435 nm dalga uzunluğunda Beckman spektrofotometresinde absorpsiyon okundu. Bu değerlerden yararlanılarak küspelerdeki serbest ve toplam gossipol miktarları hesaplanmıştır. Gossipol analizleri TÜBİTAK BUTAL laboratuvarlarında, 3'er tekrarlı olarak yapılmış ve sonuçlar 3 paralel analizin ortalaması ve standart hata değerleri hesaplanarak verilmiştir.

3.2.3. İstatistiksel Analiz

Mevcut araştırmada üzerinde durulan özellikler bakımından kabuklu ve kabuksuz pamuk tohumu ve soğuk sıkım kabuklu-kabuksuz küspe çeşitleri arasındaki besin madde değerindeki farklılıklar t-testiyle belirlenmiştir. Çalışmada analiz edilen her yemin, kimyasal analiz yöntemine göre elde edilmiş besin madde değerleri eşleştirilmiştir. Bu amaçla SPSS 17 paket programından yararlanılmıştır (SPSS 2010).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Pamuk Tohumu ve Soğuk Pres Pamuk Tohumu Küspesinin Besin Madde  cerikleri

Gossipolsüz PT ve soğuk pres PTK'nin besin madde kompozisyonları yemde ve kuru maddede sırasıyla  izelge 4.1 ve  izelge 4.2.'de verilmiştir.

Kabuksuz PT; KM ($P<0,01$), OM ($P<0,05$), HP ($P<0,01$), HY ($P<0,05$), HK ($P<0,01$) bakımından kabuklu PT'na göre önemli derecede yüksek bulunmuştur. Kabuklu PT ise HS ve N M bakımından kabuksuz PT'na göre önemli derecede yüksek olmuştur ($P<0,05$). Nitekim PT'daki kabuğun yüksek oranda selüloz içermesinin kabuksuz PT'daki diğ r besin maddelerinin (HP, HY, Nişasta) değ rlerini arttırdığı yönündeki sonuçları doğrular niteliktedir. Hesaplanan ME değ ri bakımından kabuklu ve kabuksuz PT arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0,05$). PTK'nin besin madde analizi sonucunda KM, OM ve ME değ rleri bakımından kabuklu ve kabuksuz PTK  rnekleri arasında farklılık gözlenmemiştir ($P>0,05$). Kabuksuz PTK'nin HP ($P<0,01$), HY ($P<0,05$) ve HK ($P<0,05$) değ rleri kabuklu PTK'ne göre yüksek bulunmuştur. Kabuklu PTK'nin HS, Nişasta ($P<0,05$) ve N M ($P<0,01$) içeriğinin kabuksuz PTK'ne göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Pamuk tohumu ve soğuk pres küspesinin besin madde içerikleri
(% Yem'de; Ortalama±SE)

Besin Maddeleri	PT		PTK	
	Kabuklu	Kabuksuz	Kabuklu	Kabuksuz
KM	94,79±0,05 ^B	96,65±0,04 ^A	94,77±0,04	94,99±0,05
OM	90,88±0,04 ^b	92,06±0,01 ^a	90,37±0,04	90,22±0,03
HP	25,34±0,40 ^B	38,70±0,17 ^A	31,51±0,06 ^B	39,98±0,01 ^A
HY	22,04±0,08 ^b	35,89±0,51 ^a	24,06±0,15 ^b	30,74±0,42 ^a
HS	16,74±0,88 ^a	2,20±0,18 ^b	13,22±0,21 ^a	7,39±0,37 ^b
HK	3,92±0,15 ^B	4,59±0,30 ^A	4,41±0,01 ^b	4,77±0,02 ^a
Nişasta	1,74±0,04 ^b	2,28±0,04 ^a	2,72±0,04 ^a	2,50±0,04 ^b
NÖM	26,77±0,37 ^a	15,27±0,84 ^b	21,59±0,08 ^A	12,12±0,08 ^B
ME, kcal/kg	3260,2±0,04	3261,3±0,01	3260,5±0,01	3261,0±0,03

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (^{A,B}: P<0,01; ^{a,b}: P<0,05). SE, Standart hata

Çizelge 4.2. Pamuk tohumu ve soğuk pres küspesinin besin madde kompozisyonu (% KM; Ortalama±SE)

Besin Maddeleri	PT		PTK	
	Kabuklu	Kabuksuz	Kabuklu	Kabuksuz
OM	95,87±0,04 ^a	95,25±0,01 ^b	95,35±0,04	94,98±0,03
HP	26,73±0,43 ^b	40,05±0,22 ^a	33,24±0,04 ^B	42,09±0,02 ^A
HY	23,25±0,10 ^b	37,13±0,51 ^a	25,39±0,17 ^b	32,36±0,46 ^a
HS	17,65±0,91 ^a	2,28±0,19 ^b	13,94±0,21 ^a	7,78±0,39 ^b
HK	4,13±0,02 ^b	4,75±0,03 ^a	4,65±0,01 ^b	5,02±0,01 ^a
Nişasta	1,84±0,04 ^b	2,36±0,04 ^a	2,87±0,04 ^a	2,63±0,04 ^b
NÖM	23,03±0,35 ^a	12,45±0,84 ^b	17,55±0,05 ^A	7,74±0,12 ^B
ME, kcal/kg	3260,2±0,04	3261,4±0,04	3260,5±0,01	3261,0±0,03

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (^{A,B}: P<0,01; ^{a,b}: P<0,05). SE, Standart hata

Çizelge 4.2.'de PT ve PTK'nin KM esasına göre besin madde analiz sonuçları irdelendiğinde kabuksuz PT; HP (P<0,05), HY (P<0,05), HK (P<0,01) ve nişasta bakımından kabuklu PT'na göre yüksek değerler elde edilmiştir. Kabuklu PT' de ise OM, HS ve NÖM bakımından kabuksuz PT'na göre yüksek değerler elde edilmiştir (P<0,05). Bu bağlamda KM esasına göre elde edilen sonuçlardan da görüleceği üzere PT'daki kabuğun yüksek oranda selüloz içermesinin aksine sonucu kabuksuz PT'daki diğer besin maddelerinin (HP, HY, Nişasta) değerlerinin arttığı söylenebilir. Hesaplanan

ME değeri bakımından kabuklu ve kabuksuz PT arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0,05$). PTK'nin besin madde analizi sonucunda OM ve ME değerleri bakımından kabuklu ve kabuksuz PTK örnekleri arasında farklılık gözlenmemiştir ($P>0,05$). Kabuksuz PTK'nin HP ($P<0,01$), HY ($P<0,05$) ve HK ($P<0,05$) değerleri kabuklu PTK'ne göre yüksek bulunmuştur. Kabuklu PTK'nin HS, Nişasta ($P<0,05$) ve NÖM ($P<0,01$) değerleri bakımından kabuksuz PTK'ne göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde analizi yapılan bezsiz kabuklu ve kabuksuz PT'nun besin madde içeriklerinin, Calhoun ve ark. (1995)'nin kabuklu ve kabuksuz PT'nda yapmış oldukları çalışmalardan elde edilen değerlere benzer bulunmuştur. Araştırmamızın kabuklu PT besin madde içerikleri ise NRC (2001)'nin bildirdiği değerlerden (% 90.1 KM; % 23.5 HP; %19.3 HY; %4.2 HK) yüksek olmuştur. Çeşitli araştırmacıların (Campbell ve ark., 1983; Sahin ve ark., 2006; Tang ve ark., 2012; Salas ve ark., 2013; Marghazani ve ark., 2013; Xiong ve ark., 2016) belirlemiş oldukları PTK'nin HP oranını %23.76-50.67 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Ustaoglu (2007) Hatay ili Antakya merkez ilçede üretilen PT ve PTK'lerinin besin madde analizlerini tespit ettikleri tüm çeşitler arasındaki farklılıklar, çeşitlerin farklı genetik yapılarından kaynaklandığını bildirmiştir. Aynı zamanda araştırmamızda tespit edilen bezsiz PT HP değeri bahsi geçen araştırmacının üzerinde çalışmış oldukları PT tüm çeşitlerin HP değerlerinden (BA-119:%16,75 HP; BA-308: %20,66 HP; BA-320: %19,32 HP; BA-151: %19,14 HP; GW Teks: %18,13 HP; SG-125: %20,0 HP; Şahin 2000: %24,44 HP) çok yüksek; HY değerleri (BA-119:%24,80 HY; BA-308: %30,10 HY; BA-320: %31,70 HY; BA-151: %29,67 HY; GW Teks: %28,37 HY; SG-125: %25,47 HY; Şahin 2000: %27,45 HY) çok düşük bulunmuştur. Pamuk tohumu yağı ve protein içeriği genetik varyasyonlara göre değişkenlik göstermekle birlikte sırasıyla %17-27 HY ve %12-32 HP olarak rapor edilmiştir (Yu ve ark., 2012). Genetik varyasyonun yanında çevre ve agronomik yaklaşımlar PT kompozisyonunu değiştirebilmektedir (He ve ark., 2013). 6 Mayıs 2004 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan (Anonim, 2004) ve hayvanların beslenmesinde kullanılan küspelerin normları belirleyen tebliğ (Tebliğ No: 2004/17), yürürlükten kaldırıldığı için burada elde edilen sonuçların tebliğde belirtilen değerlerle kıyaslaması yapılamamıştır. Gossipolsüz kabuklu ve kabuksuz soğuk pres PTK'nin HY içeriğinin literatür

bildirilerinden çok yüksek olması (kabuklu PTK: %25,39 HY ve kabuksuz PTK: %32,36 HY) soğuk pres makinasının içerisindeki yağın küspeye temas etmesi nedeniyle tam kapasiteli bir şekilde yağın alınmamasından kaynaklanabilir. Bu tür küspelerin içerdikleri fazla yağ nedeni ile uzun süre depolanmaları, içerdikleri yağın acılaşması ve kötü tat ve kokuya sahip olmaları nedeniyle küspenin yem değeri üzerinde olumsuz etkiye sahip olabildiğinden önlemlerin alınması gerekliliği vardır.

Pamuk tohumu küspelerinin protein içeriği, kabuk miktarına ve elde edilme yöntemine göre büyük ölçüde değişkenlik göstermektedir. PTK'nde genel olarak % 20-45 oranında protein bulunduğu; kabuğu uzaklaştırılmış küspelerde HP içeriği KM bazında maksimum %50 düzeyinde iken, kabuklu küspelerde bu oran minimum %20'lerde olduğu bildirilmiştir (Heuzé ve ark., 2015, Sılgır, 2015; Feedipedia, 2019). NRC (1994)'nin %41.4 HP ile karşılaştırıldığında en düşük %26 HP içeriğini Sahin ve ark. (2006), en yüksek ise %50.6 HP içeriğini Salas ve ark. (2013) rapor etmişlerdir. Yine NRC (1994) PTK'sinde HS ve HY oranlarını sırasıyla %13.60 ve % 0,5 bildirirken Sahin ve ark. (2006), bu oranları sırasıyla %25 ve %8 olarak bulmuşlardır. Araştırmada elde edilen bulgular değerlendirildiğinde analizi yapılan soğuk pres kabuksuz PTK besin madde içeriklerinin düzeyleri Sharma ve ark. (1978), El-Boushy ve Raternick (1989), Watkins ve ark. (2002)'nin kabuksuz ekspeller PTK üzerinde yapmış oldukları çalışmaların sonuçları (HP, HS, HK) ile karşılaştırdığımızda HY hariç benzer olduğu ve kabuklu PTK besin madde içeriklerinin düzeyleri ise Balogun ve ark. (1990) ve Nagalakshmi (1997)'nin ekspeller kabuksuz PTK besin madde (HP, HS, HK) sonuçlarına yakın değerlerle uyumlu olduğu gözlenmiştir. Karataş (2017) ve Yiğit (2017), PT besin madde içeriklerini KM, HP, HY, HS, HK, OM olarak sırasıyla %91,15; %21,04; %20,30; %28,30; %4,00; %96,00 olarak bildirmişlerdir. Gossipolsüz PT ve soğuk pres PTK'nin besin madde içeriklerinin genel olarak belirtilen değerlere uygun olduğu verilen literatür bilgilerinden görülmüştür (Balogun ve ark., 1990; Nagalakshmi, 1997; Bertrand ve ark., 2005; Karataş, 2017; Yiğit, 2017). Benzer şekilde Heuzé ve ark. (2015), kabuğu uzaklaştırılmış ekspeller küspelerde HP düzeyini % 45, kabuğu kısmen uzaklaştırılmış örneklerde % 37.4 olarak bildirmiştir. Araştırma bulgularından farklı olarak mekanik ekstraksiyonla elde edilmiş PTK örneklerinde HP düzeyi %42.96-%43.05 arasında tespit edilmiştir (Waldroup ve Kersey, 2002). Farklılıkların PT'dan kabuğun kısmen ya da tamamen uzaklaştırılmasından ve işleme

tekniklerinden kaynaklanmış olabilir. Gossipolsüz Nazilli PT ve PTK'nin benzer çalışmalarda bildirilen PT ve expeller PTK örneklerine ait HP değerleri arasında belirlenen farklılık; tohum çeşidi, yağ elde ediliş yöntemi, kabuk içeriği, depolama süresi ve tohum özelliklerine bağlı faktörlerden kaynaklanabilmektedir. Pamuk tohumu küspelerinin kalitesinin belirlenmesinde HS düzeyi de önemli ölçütlerdendir. Mevcut araştırmada HS içeriği kabuklu ve kabuksuz PT'da sırasıyla %17,65 ve %2,28; soğuk pres PTK'de sırasıyla %13,94 ve %7,78 (KM'de) olarak bulunmuştur. Waldroup ve Kersey (2002), mekanik ekstraksiyon ile elde edilmiş HS düzeyini mevcut araştırma bulgularından oldukça düşük düzeyde % 9.78-% 12.27 olarak belirlemiştir. Bir başka araştırmacı (Ergün ve ark., 2007), pamuk tohumu küspelerinin HS içeriğini kabuk miktarına bağlı olarak %10-20 arasında olduğunu açıklamışlardır. Mevcut araştırma bulguları araştırmacıların bildirdiği bu değerlerin aralığında tespit edilmiştir. Pamuktan yağ elde edilmesi sırasında uygulanan işleme tekniği küspelerin selüloz içeriğini önemli derecede etkilemektedir. Ayrıca pamuk yağı fabrikasyon kalıntısı olarak ortaya çıkan çigit kabukları (kapçıkları)'nın iyi uzaklaştırılmaması küspede kalarak HS düzeyini yükseltebilmektedir (Sılgır, 2015). Heuzé ve ark. (2015), PTK'nin selüloz içeriğinin kabuklu olup olmamasına bağlı olarak %5-25 arasında değişebildiğini bildirmişlerdir. PT ve PTK besin madde kompozisyonundaki farklılıklar ürünün yılın farklı zamanlarında hasadı (mevsime bağlı çeşitlilik), tohum çeşitliliği, kalitesi, yetiştirildiği toprak tipi, iklim vb. çevresel etmenlerin dâhil olduğu faktörlerden kaynaklanabilir.

4.2. Pamuk Tohumu ve Soğuk Pres Pamuk Tohumu Küspesinin Mineral Madde İçeriği

Gossipolsüz PT ve soğuk pres PTK'nin mineral madde konsantrasyonları yemde ve kuru maddede sırasıyla Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Çizelge 4.3'de görüldüğü gibi kabuklu PT' de kabuksuz PT'na göre Ca, Na ve Al elementleri çok yüksek düzeyde ($P < 0,05$); P ($P < 0,01$), S ($P < 0,05$) ve Fe ($P < 0,05$) elementleri bakımından ise çok düşük düzeyde bulunmuştur. Bu farklılıkların Ca, Na ve Al elementlerinin pamuk kabuğunda yüksek; P, S ve Fe elementlerinin ise düşük oranda bulunmasından kaynaklandığı yönünde açıklanabilir. Kabuksuz PT'da Mg, Cu ve Zn

elementlerin bakımından ise rakamsal olarak bir artışın olduğu gözlenmiştir. Aynı çizelgede kabuklu ve kabuksuz PTK'nin mineral elementlerini incelediğimizde Al hariç Ca ve Na elementleri için benzer farklılıklar gözlenmiştir ($P<0,05$). Ancak PTK'da belirlenen Fe konsantrasyonu PT'daki konsantrasyonundan yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla PT'da belirlenen Fe konsantrasyonuna göre PTK'nda belirlenen aşırı düzeyde Fe'in soğuk pres esnasında numunelere makinadan Fe' in bulaşması şeklinde olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.3. Araştırmada kullanılan kabuklu-kabuksuz PT ve PTK'nin mineral madde kompozisyonları (Yemde; Ortalama \pm SE)

Mineraller	PT		PTK	
	Kabuklu	Kabuksuz	Kabuklu	Kabuksuz
K, %	1,12 \pm 0,01	1,05 \pm 0,00	1,20 \pm 0,02	1,06 \pm 0,00
P, %	0,63 \pm 0,01 ^B	0,98 \pm 0,01 ^A	0,83 \pm 0,02	0,95 \pm 0,00
S, %	0,28 \pm 0,01 ^b	0,41 \pm 0,01 ^a	0,36 \pm 0,02	0,41 \pm 0,01
Mg, %	0,35 \pm 0,01	0,45 \pm 0,01	0,43 \pm 0,01	0,45 \pm 0,01
Ca, %	0,12 \pm 0,00 ^a	0,11 \pm 0,00 ^b	0,14 \pm 0,00 ^a	0,12 \pm 0,00 ^b
Na, mg/kg	52 \pm 0,50 ^a	27 \pm 0,50 ^b	43 \pm 0,00 ^a	24 \pm 0,50 ^b
Fe, mg/kg	52 \pm 0,50 ^b	62 \pm 0,50 ^a	189 \pm 5,50 ^A	84 \pm 5,50 ^B
Cu, mg/kg	10 \pm 0,50	15 \pm 0,00	14 \pm 0,50	15 \pm 0,00
Zn, mg/kg	35 \pm 2,50	48 \pm 0,50	81 \pm 5,00	50 \pm 2,00
Mn, mg/kg	12 \pm 0,00	11 \pm 0,04	14 \pm 0,12	11 \pm 0,01
Mo, mg/kg	1,2 \pm 0,05	1,4 \pm 0,00	1,5 \pm 0,00	1,4 \pm 0,05
Ni, mg/kg	2,2 \pm 0,05	3,0 \pm 0,15	3,3 \pm 0,20	3,6 \pm 0,20
Cd, mg/kg	0,02 \pm 0,00	0,02 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	0,02 \pm 0,00
Pb, mg/kg	0,13 \pm 0,05	0,13 \pm 0,05	1,01 \pm 0,10	1,30 \pm 0,07
B, mg/kg	13 \pm 0,50	11 \pm 0,50	15 \pm 1,00	12 \pm 0,00
Al, mg/kg	4 \pm 0,00 ^a	1 \pm 0,50 ^b	12 \pm 1,00	14 \pm 2,00

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (^{A,B}:

$P<0,01$; ^{a,b}: $P<0,05$). SE, Standart hata

Çizelge 4.4. Araştırmada kullanılan kabuklu-kabuksuz PT ve PTK'nin mineral madde kompozisyonları (KM; Ortalama±SE)

Mineraller	PT		PTK	
	Kabuklu	Kabuksuz	Kabuklu	Kabuksuz
K, %	1,18±0,01 ^a	1,09±0,00 ^b	1,27±0,02 ^a	1,11±0,00 ^b
P, %	0,66±0,01 ^B	1,01±0,01 ^A	0,87±0,02 ^b	1,00±0,00 ^a
S, %	0,30±0,01 ^B	0,42±0,01 ^A	0,38±0,02	0,43±0,01
Mg, %	0,37±0,00 ^B	0,47±0,00 ^A	0,46±0,01	0,47±0,01
Ca, %	0,13±0,00 ^A	0,11±0,00 ^B	0,15±0,00 ^a	0,12±0,00 ^b
Na, mg/kg	54,9±2,05 ^A	27,4±0,50 ^B	45,3±0,00 ^a	24,8±0,50 ^b
Fe, mg/kg	54,9±0,50 ^B	64,2±0,50 ^A	198,9±5,70 ^A	87,9±5,85 ^B
Cu, mg/kg	11,1±0,50 ^b	15,5±0,00 ^a	14,3±0,55	15,8±0,00
Zn, mg/kg	37,5±2,65 ^b	50,2±0,55 ^a	85,5±5,25 ^a	52,6±0,00 ^b
Mn, mg/kg	12,7±0,00	11,4±0,00	14,8±0,00	11,6±0,00
Mo, mg/kg	1,32±0,05	1,45±0,00	1,58±0,00	1,53±0,06
Ni, mg/kg	2,38±0,05	3,05±0,16	3,48±0,21	3,79±0,21
Cd, mg/kg	0,02±0,00	0,02±0,00	0,03±0,00	0,03±0,00
Pb, mg/kg	0,13±0,06	0,13±0,07	1,07±0,11	1,33±0,07
B, mg/kg	14,3±0,55	11,9±0,50	15,9±1,05	12,6±0,00
Al, mg/kg	4,2±0,00 ^a	1,6±0,73 ^b	12,7±1,05	14,8±2,15

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (^{A, B}: P<0,01; ^{a, b}: P<0,05). SE, Standart hata

Çizelge 4.4.'de verilen PT ve PTK kuru madde mineral madde konsantrasyonlarını incelediğimizde kabuklu PT kabuksuz PT'na göre Ca (P<0,01), K (P<0,05), Na (P<0,01) ve Al (P<0,05) elementleri bakımından çok yüksek; P, S, Mg, Fe (P<0,01), Cu ve Zn (P<0,05) elementleri bakımından ise çok düşük bulunmuştur. Aynı çizelgede kabuklu ve kabuksuz PTK'nin mineral madde içeriklerini incelediğimizde S, Mg, Cu, ve Al hariç (P>0,05); Ca, K, P, Na, Zn (P<0,05) ve Fe (P<0,01) elementleri için benzer farklılıklar gözlenmiştir. Aynı şekilde KM esasına göre PTK'da belirlenen Fe konsantrasyonu PT'daki konsantrasyonlardan yüksek bulunmuştur (P<0,01). PT'da belirlenen Fe konsantrasyonuna göre PTK'nda belirlenen aşırı düzeyde Fe'in soğuk pres esnasında numunelere makinadan Fe bulaşması burada da ifade edilebilir.

Mineral maddeler, bitkilerin savunma mekanizmasında önemli yer tutar ve bu mekanizma içerisinde metabolizmayı düzenleyici veya hastalık etmenlerini engelleyici görevi yaparlar. Bir bitkinin besin açısından yeterli düzeyde olması, gerekli mineraller ve kısmen bunların mevcudiyetine bağlıdır (Kochian, 1991). Bitki beslenmesinde 16

adet mutlak besin elementi gerekli olup bunların dokuz tanesi makro mineral maddeler (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S) iken 7 tanesi mikro mineral maddelerdir (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo, Cl). Mikro mineraller birincil ve ikincil metabolizmadan hücre savunmasına ve sinyal iletiminden gen regülasyonuna, enerji metabolizmasında ve hormon algısına kadar çok çeşitli metabolik süreçlere katılırlar. Eksiklikleri veya toksisitesi, bitkilerde ciddi hastalık semptomlarına, hatta tedavi edilmediği takdirde bitki tahribine yol açarak insan ve hayvanlarda bitki temelli besin eksikliklerine veya metal zehirlenmelerine maruz bırakır (Aygün ve ark., 2018). Bitkinin büyümesi için en önemli mineral maddeler (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Ni, Mo, Cl ve Zn) esansiyel mineral maddelerdir. Konsantrasyonları çok yüksek olduğunda B, Cu, Mn, Ni ve Zn elementleri bitkiler için potansiyel toksik elementler içerisinde yer alırlar. Alüminyum, Cd ve Pb elementleri ise insan ve ekosistem sağlığı konusunda esansiyel olmayan ağır metallerdir (Bolan ve ark., 2004; Schroder ve ark., , 2011)

Araştırmada elde edilen mineral madde konsantrasyonlarına ilişkin bulgular göre Fe ve Pb elementleri hariç PT ve PTK’inde tespit edilen değerlerin hemen hemen birbirine yakın olduğu anlaşılmıştır. Genel olarak kabuklu ve kabuksuz PT’nu dikkate aldığımızda makro mineral maddeler içerisinde en yüksek değerler sırasıyla K, P, Mg, S ve Ca elementlerinden elde edilmiştir.

Potasyum normal bitki büyüme ve gelişimi için geniş oranlarda ihtiyaç duyulan esansiyel makro elementlerden biridir. Bitkinin ozmotik basıncının düzenlenmesinde, metabolitlerin ve minerallerin taşınmasında, protein sentezi, stomaların açılıp kapanmasında ve hücre bölünmesinde etkilidir (Marschner, 1995; Aygün ve ark., 2018). Araştırma bulguları incelendiğinde PT ve PTK’de en yüksek K düzeyine (kabuklu: %1,18; kabuksuz: %1,09 KM’de) sahip olmuştur. Pamuk tohumu küspesinde K konsantrasyonları farklı çalışmalarda %1,21 (Calhoun ve ark., 1995) ve %1,11 (He ve ark., 2015) olarak bulunmuştur. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçların literatür bildirişleri ile uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Bünyesinde fazla miktarda K bulunan yemlerle beslenen hayvanların kanında K+Na/Ca+Mg oranının bozulması sonucunda Çayır tetanisi hastalığı olduğundan özellikle ilkbahar dönemlerinde ruminant hayvanların rasyonları hazırlanırken PT ve/veya PTK kullanımında en yüksek düzeyde bulunan K düzeyinin dikkate alınması gerektiği öne sürülebilir.

Bitkilerin toplam P konsantrasyonları, genellikle KM esasına göre yaklaşık % 0.05-0.5 arasında değişmektedir (Vance ve ark. 2003). Fosfor bitki kuru ağırlığının yaklaşık % 0.2'sini oluşturmakta olup bitkide meydana gelen birçok fizyolojik ve biyokimyasal işlevlerde görev almaktadır. Araştırmanın bulguları He ve ark. (2013)'nın PT'da P konsantrasyonunun %0,6-0,78 ve S konsantrasyonunun ise %0,24-0,31 arasında değiştiği bildirişi ile uyum içerisinde olmuştur. Araştırmanın bulgularına yakın olarak Osti ve Pandey (2006) PT'da %0.75 düzeyinde P olduğunu bildirmişlerdir. Pamuk tohumu küspesinde P konsantrasyonları diğer çalışmalarda %0,75 (Calhoun ve ark., 1995); %0,66 (NRC, 1994); %1,04 (Yuan ve ark., 2014); %1,08 (Wang ve ark., 2017); %0,95 (Bahraini ve ark., 2019) olarak tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçların literatür bildirişlerinden düşük olduğu belirlenmiştir.

Magnezyum fotosentetik enerjinin depolanması, protein sentezi, nükleotid oluşumu, birçok organik bileşiklerin hidrolizi gibi metabolik olaylarda etkilidir (Marschner, 1995; Jezek ve ark., 2014; Aygün ve ark., 2018). Kaçar ve Katkat (2007) bitkilerde bulunan magnezyumun %0.15-1.0 arasında değiştiğini belirtmiştir. Araştırmamızın Mg element konsantrasyonu bulgularına benzer olarak He ve ark. (2013) PT'nun Mg içeriğini %0,38-%0,41 olarak analiz etmişlerdir.

Kalsiyum bütün bitkiler için mutlak gerekli bir elementtir. Kalsiyum bitkilerin yapraklarında ve hücre duvarlarının orta lamellerinde kalsiyum pektat şeklinde fazla miktarda bulunur. Organik asitlerle tuzları meydana getirir. Birçok bitki türünde kalsiyum okzalat şeklinde hücrelerde birikimi mevcuttur. Bitkilerde kalsiyum hareketsizdir ve noksanlığı durumunda yaşlı kısımdan genç kısma taşınmaz. Bu nedenle kalsiyum noksanlığı önce bitkinin genç aksamalarında görülür (Kacar ve İnal 2010). Kacar ve İnal (2010)'ın bitkilerde bulunan kalsiyumun % 0.2-3.0 arasında değiştiği, çoğu bitkiler için yeterli kalsiyum miktarının % 0.3-1.0 arasında olduğu bildirişi ile araştırmamızın Ca değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Bitkilerin tohum mineral konsantrasyonlarının bitkilerin diğer vejetatif aksamlarından farklılık gösterdiği söylenebilir. Araştırmanın bulgularına benzer olarak Osti ve Pandey (2006) PT'da %0.16 Ca olduğunu bildirmişlerdir. Pamuk tohumu küspesinde Ca konsantrasyonları farklı çalışmalarda %0,18 (NRC, 1984); %0,25 (Sun ve ark., 2013); %0,27 (Yuan ve ark., 2014); %0,22 (Thirumalaisamy ve ark., 2016); %0,12 (Wang ve ark., 2017); %0,16

(Bahraini ve ark., 2019) olarak bulunmuştur. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçların literatür bildirişleri ile uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Sodyumun bitkiler için mutlak gerekli bir element olduğu yaklaşık 50 yıl önce belirlenmiştir. Birçok bitkiye gübre olarak verilen sodyumun ürün miktarı üzerinde olumlu etkide bulunduğu da bildirilmiştir (Kacar ve İnal, 2010). Kaçar ve Katkat, (2007)'a göre bitkilerde toplam sodyum konsantrasyonları genellikle % 0.01-10.0 arasında değişmektedir.

Mutlak gerekli bitki besin maddelerinden olan Fe, kimi araştırmacılara göre makro mineral kabul edilmekle birlikte mikro mineral listesinde yerini almıştır (Kacar ve İnal 2010). Demir, yer kürede en fazla bulunan minerallerden birisidir. Bitkilerde 350-5400 mg/kg arasında Fe bulunmakla birlikte, bu oranlar özellikle bitki çeşidine bağlı olarak önemli değişkenlikler göstermektedir. Demir bitkide KM üretimi için hayati önemli olup, fotosentez reaksiyonlarında elektron aktarıcı olarak görev yapar. Klorofillerde oluşan fotosentez ve buna bağlı enzimatik reaksiyonlarda görev almakta olup, dolayısıyla bitkinin genç kısımlarının gelişimi, KM üretimi demir miktarı ile yakından ilişkilidir (Jones ve ark., 1991; Marschner, 1995). He ve ark. (2013) PT'nun Fe içeriğini 32,9-42,2 mg/kg olarak bulmuşlar ve araştırmamızın kabuklu ve kabuksuz PT'nun Fe element içeriğinden düşük olduğu gözlenmiştir.

Çinko bitkinin gelişimi ve lezzetliliği açısından çok önemli rol üstlenmiş olup, olağanüstü bir mikro mineral olması ve tüm enzim sınıflarında eser miktarda dahi olsa bulunan bir iz elementtir (Broadley ve ark., 2007). Bitkilerin Zn konsantrasyonları normalde 5-100 mg/kg arasında olup, toksiteler genellikle 400 mg/kg'den sonra başlamaktadır. Çinko noksanlığı görülen bitkilerdeki Zn düzeylerinin ise oldukça düşük olduğu (0-15 mg/kg) belirlenmiştir (Özbek ve ark., 1993).

Bakır, bitkiler tarafından B, Fe, Mn ve Zn'ya göre çok daha az miktarda (Mn'nin 1/10'u oranında) alınmaktadır. Bitkilerin Cu içeriği 2-20 mg/kg arasında değişmektedir. Bakır, bitki gelişiminde belirli bir konsantrasyonda oldukça yararlı olup, belirli enzimlerin yapısına girerek protein sentezinde rol aldığı, yine belirli hormonlar için sinyal görevi yapan Cu'nun fotosentezde, mitokondriyal solunumda rol oynadığı bildirilmiştir (Karaman ve ark., 2012; Aygün ve ark., 2018). Bu bağlamda araştırmacıların bildirişleri, araştırmamızın bulgularını destekler niteliktedir.

İz element olan mangan fotosentez, solunum, enzim aktivasyonunda ve antioksidatif metabolizmada rol oynamaktadır (Marschner, 1995; Gür ve ark., 2004; Aygün ve ark., 2018). Araştırmamızın Mn element içeriği bulgularına benzer olarak He ve ark. (2013) PT'nun Mn içeriğinin 11-21 mg/kg arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Mikro element olan B, PT örnekleri için 16,8-20,5 mg/kg arasında değişkenlik göstermektedir (He ve ark., 2013). Araştırmamızın kabuklu ve kabuksuz PT ve PTK'sinde tespit edilen B içeriği ile uyum içerisinde olmuştur.

Besinsel olmayan iki element Cd ve Pb kimyasal analiz sonucunda tespit edilmiş olup fakat son derece kabuklu ve kabuksuz PT ve PTK örnekleri içerisinde düşük düzeyde bulunmuştur. PT ve PTK'de tespit edilen Pb ve Al değerleri karşılaştırıldığında PTK'deki Pb ve Al değerleri PT den 8 ve 4 kat daha fazla olduğu anlaşılmıştır. Dolayısıyla PT'da gözlenen Pb ve Al düzeyine göre PTK'nda gözlenen aşırı düzeyde Pb ve Al'nun soğuk pres esnasında numunelere makinadan Pb ve Al bulaşması söz konusu olabileceği düşünülmektedir. He ve ark. (2013) PT'da Cd, Pb ve değerlerini sırasıyla 0,000-0,003 mg/kg; 0,001-0,017 mg/kg ve 33-42 mg/kg olarak bulmuşlardır.

Çizelge 4.5.'de çiftlik hayvanlarında mineral maddelerin toleransları verilmiştir. Rasyon hazırlanması sırasında mineral maddelerin zarar vermeden kullanılacak en üst düzeylerinin bilinmesi ve göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Mineral maddelerin yemde uzun süreli olarak maksimum tolere edilebilir seviyede bulunması olumsuz etkiye neden olabilir. Araştırmada gossipolsüz PT ve PTK için analiz edilen mineral maddelerin düzeyleri incelendiğinde NRC (1980)'nin belirlemiş olduğu maksimum tolere edilebilir mineral madde düzeylerinin altında kaldığı gözlenmiştir.

Çizelge 4.5. Çiftlik hayvanlarında mineral madde toleransları NRC (1980)

Mineraller	Hayvan Türleri		
	Sığır	Koyun	Tavuk
K, %	3	3	2
P, %	1	0,6	0,8- 1,0
S, %	0,4	0,4	-
Mg, %	0,5	0,5	0,3
Ca, %	2	2	4-1,2
Na, %	4-9	9	2
Fe, ppm	1000	500	1000
Cu, ppm	100	25	300
Zn, ppm	500	300	1000
Mn, ppm	1000	1000	2000
Mo, ppm	10	10	10
Ni, ppm	20	50	300
Cd, ppm	0,5	0,5	0,5
Pb, ppm	30	30	30
B, ppm	150	150	150
Al, ppm	1000	1000	200

Ruminant hayvanların gerek gebelik gerekse laktasyon dönemindeki beslenmelerinde makro ve mikro minerallerin büyük öneminin olduğu, ruminant ve kanatlı hayvanların beslenmesinde yaklaşık 15 değişik mineral maddeye gereksinim duyulduğu, bunlardan Ca, P, Mg, K, Na, Cl ve S en önemli makro elementler, Fe, Cu, Co, Zn, Mn, Se, F ve I ise en önemli mikro elementlerdir. Alçıçek ve Yurtman (2009) makro minerallerin yemlerde düşük düzeylerde olmalarına karşın, organizmadaki fonksiyonları son derece önemli olan iz element gereksinimlerinin de karşılanmasının büyük önem taşımaktadırlar.

4.3. Pamuk Tohumu Soğuk Pres Ham Yağının Yağ Asidi İçeriği

Gossipolsüz kabuklu pamuk tohumunun soğuk sıkım ile elde edilen ham pamuk yağının alev iyonlaştırma dedektörlü (FID) gaz kromatografi cihazı ile analiz edilen yağ asidi bileşimi Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kabuklu pamuk tohumundan elde edilen soğuk sıkım ham pamuk yağının yağ asidi bileşimi

Yağ asitleri	% (Ortalama±SE)
C12:0 (Laurik asit)	0,01±0,003
C14:0 (Miristik asit)	0,76±0,012
C15:0 (Pentadeanoik asit)	0,03±0,006
C16:0 (Palmitik asit)	25,34±0,064
C16:1 (Palmitoleik asit)	0,46±0,006
C17:0 (Heptadekanoik asit)	0,10±0,006
C17:1 (cis-10-Heptadesenoik asit)	0,03±0,003
C18:0 (Stearik asit)	2,46±0,023
C18:1n9c (Oleik asit)	14,36±0,043
C18:2n6c (Linoleik asit)	55,55±0,061
C18:3n6 (Gama linoleik asit)	0,01±0,000
C20:0 (Araşidik asit)	0,31±0,006
C18:3n3 (Alfa linolenik asit)	0,15±0,003
C20:1 (cis-11-eikosenoik asit)	0,08±0,003
C21:0 (Heneikosanoik asit)	0,01±0,000
C20:2 (Eikosadienoik asit)	0,04±0,003
C22:0 (Behenik asit)	0,16±0,006
C23:0 (Trikosanoik asit)	0,02±0,000
C24:0 (Lignoserik asit)	0,02±0,000
C24:1 (Nervonik asit)	0,10±0,003
Toplam doymuş yağ asitleri (SFA)	29,22±0,011
Toplam doymamış yağ asitleri (UFA)	70,78±0,014
Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA)	15,03±0,012
Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA)	55,71±0,017

Çizelge 4.6.'dan da görüldüğü gibi ham pamuk yağı yüksek miktarda linoleik asit (%55,55), palmitik asit (%25,34) ve oleik asit (%14,36) içermektedir. Bu bağlamda bu üç yağ asidinin PT'nun ham yağında en yüksek oranda bulunduğunu bildiren araştırmacıların (Berberich ve ark., 1996; Nida ve ark., 1996; Bertrand ve ark., 2005) sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Araştırmada kullanılan ham pamuk yağının yağ asidi bileşimi literatürde (O'Brien, 2004; Bertrand ve ark., 2005; Eroldoğan ve ark., 2010, Karahasan, 2012, Konuşkan ve ark., 2017; Mahesar ve ark., 2017) verilen değerlerle uyum içerisinde. Araştırmada gossipolsüz nazilli kabuklu pamuk tohumundan elde edilen soğuk sıkım ham pamuk yağı linoleik asit değeri ise literatür bildirişleri içerisinde (Karahasan, 2012, Konuşkan ve ark., 2017; Mahesar ve ark., 2017) en yüksek değere (%55,55) sahip olmuştur. Gossipolsüz PT'dan elde edilen ham

yağın yağ asidi bileşimine bakıldığında toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) toplam doymuş yağ asitleri (SFA) değerlerine göre yüksek olduğu görülmüştür. PT ve PTK'de olduğu gibi pamuk yağı da fenolik yapıda zehirli bir bileşik olan gossipol içermektedir. Pamuk tohumundaki gözeneklerde bulunan gossipolun büyük bir kısmı, yağ ekstrakte edildiğinde tohumdaki proteine bağlanırken, küçük bir kısmı da yağa karışır. Yağda kalan gossipolun büyük bir kısmı ise günümüzde nötralizasyon aşamasında alkali uygulamasıyla uzaklaştırılmaktadır (Karahasan, 2012). Bu araştırmada yağın gossipol içeriği belirlenmemiştir. Bundan sonraki araştırmalarda, kullanılan pamuk yağının gossipol içeriği belirlenerek, kanatlı karmalarına soya yağına alternatif yağ ilavesi olarak pamuk yağındaki yağ asidi profili ve gossipol içeriğinin et ve yumurta üzerine etkilerinin belirleneceği araştırmalar yürütülebilir.

4.4. Antioksidan Aktivite Testleri

Kabuklu-kabuksuz PT ve PTK'nin toplam fenolik bileşik tayini ve antioksidan kapasitelerinden serbest radikal giderme aktivitesi, demir ve bakır indirgeme gücü aktivitesi, katyon serbest radikal giderme aktivitesi yapılarak belirlenmiştir. Literatür taramasından anlaşılacağı üzere PT ve PTK biyoaktif bileşik kaynağı olarak fenolik bileşikler ve antioksidan kapasitesi üzerine pek yaygın araştırılmamıştır. Ayrıca Gossipolsüz Nazilli PT ve soğuk pres PTK'nin fenolik bileşikler ve antioksidan kapasite analizinin yapıldığı ilk çalışma olduğundan sonuçların doğrudan gossipolsüz PT ve PTK ile karşılaştırılabileceği literatür bulunamamıştır.

4.1.1. Toplam fenolik bileşik tayini

Fenolik bileşik miktar tayini gallik asite eşdeğer gram olarak hesaplanmıştır. Araştırmada kullanılan kabuklu-kabuksuz PT ve PTK'nin toplam fenolik içeriği Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Araştırmada kullanılan PT ve PTK'nin toplam fenolik içeriği (mg gallik asit ekivalent (GAE)/g)

	PT		PTK	
	Kabuklu	Kabuksuz	Kabuklu	Kabuksuz
Toplam fenolik madde	7,87±0,05 ^A	2,18±0,02 ^B	5,86±0,02 ^A	1,91±0,01 ^B

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (^{A,B}: P<0,01). SE, Standart hata.

Kumar ve ark. (2011) *Gossypium herbaceum* tohumunda toplam fenolik bileşik içeriğini 5,86±0,75 mg GAE/g olarak belirlemişlerdir. Araştırma bulgularımızın sonucu ile karşılaştırıldığında daha düşük fenolik içeriğe sahip olduğu görülmüştür. Rifat-uz-Zaman ve ark. (2011) *Gossypium hirsitium* tohumunda toplam fenolik bileşik içeriği 11 mg GAE/g olarak tespit etmişlerdir. Öte yandan Oskoueian ve ark. (2011) agro-endüstriyel yan ürün olarak PTK'nin toplam fenolik madde içeriğini 1,5 mg GAE/g olarak bulmuşlardır. Villa ve ark. (2014) PT'ndeki toplam fenolik bileşen içeriğini Folin-Ciocalteu metodu ile 1,90 g/kg olarak belirlemişlerdir. Aynı zamanda antioksidan özelliklerinin hayvan sağlığı ve üretim etkinliği üzerine olası besinsel araştırmalar için değerli bir yem kaynak olabileceği hususu araştırmamız bulgularını destekler niteliktedir. Bu bağlamda mevcut araştırmanın bulguları ile kabuklu PT'nun kabuksuz PTK'sine göre daha fazla toplam fenolik bileşen içermesi ve üstün antioksidan özelliği serbest radikal süpürücü etkisi ve demir indirgeme kuvvetleri yetenekleri ile kanıtlanmıştır.

4.1.2. Serbest radikal giderme aktivitesi (DPPH• testi)

Antioksidanlar, biyokimyasal reaksiyonların bir sonucu olarak hücresel bileşenlere oksidatif hasarları önlemekten sorumludur. Bazı fenolikler ve flavonoidler, bu amaç için vitaminlerden daha aktif görünmektedir ve aktiviteleri, hidroksil gruplarının yapısına ve toplam sayısına bağlıdır (Prochazkova ve ark., 2011). 2,2-difenil 1-pikril hidrazil serbest radikalini giderme aktivitesi temeline dayanılarak yapılan (DPPH•) radikal

giderme aktivitesi Gossipolsüz Nazilli PT ve PTK'sine uygulanmıştır. Kabuklu-kabuksuz PT ve PTK'nin serbest radikal giderme aktiviteleri DPPH• metoduna göre analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda kabuklu-kabuksuz PT ve PTK'nin serbest radikal giderme aktivitesi TE değerleri Çizelge 4.8'de verilmiştir. Her iki örneğe ait sonuçları standart pozitif kontrol olarak kullanılan BHA (1643,1±5,49 µmol TE/g) ve BHT (738,4±5,29 µmol TE/g) ile karşılaştırıldığında serbest radikal giderme aktivitesi çok düşük olduğu görülmüştür. Bu nedenle PT ve PTK'nin serbest radikal giderme aktivitesinin çok düşük olduğu kabuklu PT ve PTK'nin kabuksuz PT ve PTK'sine göre de üstün olduğu gözlenmiştir (P<0,01).

Çizelge 4.8. Araştırmada kullanılan PT ve PTK'nin DPPH radikal giderme aktivitesi (µmol TE/g ekstrakt)

	PT		PTK	
	Kabuklu	Kabuksuz	Kabuklu	Kabuksuz
DPPH•	27,39±0,20 ^A	20,40±0,20 ^B	25,66±0,40 ^A	11,29±0,20 ^B

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (^{A,B}: P<0,01). SE, Standart hata.

Kısa lifli levant pamuk olarak adlandırılan *Gossypium herbaceum* türü kuru PT'da 2,2-difenil 1-pikril hidrazil serbest radikalini giderme aktivitesi temeline göre antioksidan aktivite oranını 250 µg/ml konsantrasyonda %90.62 olarak bulunmuştur (Rifat-uz-Zaman ve ark., 2011). Oskoueian ve ark. (2011) ise agro-endüstriyel yan ürün olarak PTK'nin DPPH radikal süpürücü içeriğini 191.1 IC₅₀ (µg m/L) olarak bulmuşlardır.

4.1.3. Demir indirgeme antioksidan gücü (FRAP) tayini

Gossipolsüz kabuklu-kabuksuz PT ve PTK numunelerinden ve standartlardan indirgeme gücü analizinde gossipolsüz kabuklu-kabuksuz PT ve PTK numunelerine ait yemin ortamdaki Fe³⁺ iyonlarını Fe²⁺'ye indirgeyerek ortamda serbest radikal oluşumunu engellemede aktivitesinin çok düşük olduğu ölçümlerin BHA (5633,8±131,5 µmol TE/g) ve BHT (4734,5±95,6 µmol TE/g) standardıyla karşılaştırılmasıyla belirlenmiştir

(Çizelge 4.9.). Gossipolsüz kabuklu PT ve PTK'nin kabuksuz PT ve ve PTK'ne göre demir indirgeme gücü aktivitesinin yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P<0,01$).

Çizelge 4.9. Araştırmada kullanılan PT ve PTK'nin demir indirgeme antioksidan gücü ($\mu\text{mol TE/g}$ ekstrakt)

	PT		PTK	
	Kabuklu	Kabuksuz	Kabuklu	Kabuksuz
FRAP	66,07±0,28 ^A	49,79±0,30 ^B	52,23±0,50 ^A	47,27±0,22 ^B

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (^{A,B}: $P<0,01$). SE, Standart hata.

4.1.4. Katyon radikali giderme aktivitesi ($\text{ABTS}^{\bullet+}$)

Gossipolsüz PT ve PTK'nin katyon radikali giderme aktivitesi analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.10.'da verilmiştir. Pozitif kontrol olarak BHA ($5178,9\pm3,51 \mu\text{mol TE/g}$) ve BHT ($3570,2\pm1,38 \mu\text{mol TE/g}$) ile karşılaştırıldığında katyon radikali giderme aktivitesi çok düşük olduğu ve kabuklu PT ve PTK'nin kabuksuz PT ve PTK'ne göre daha iyi aktivite gösterdiği tespit edilmiştir ($P<0,01$).

Çizelge 4.10. Araştırmada kullanılan PT ve PTK'nin katyon radikali giderme aktivitesi ($\mu\text{mol TE/g}$ ekstrakt)

	PT		PTK	
	Kabuklu	Kabuksuz	Kabuklu	Kabuksuz
$\text{ABTS}^{\bullet+}$	716,7±0,63 ^A	566,7±0,63 ^B	647,2±0,91 ^A	587,9±0,97 ^B

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (^{A,B}: $P<0,01$). SE, Standart hata.

Hall ve Cuppett (1997) bu aktivitenin singlet oksijen, serbest radikaller ve hidroksil radikalleri gibi serbest radikalleri ve aktif oksijen türlerini süpürücü yetenekleri aracılığı ile antioksidan özelliklere sahip olan fenolik bileşenlerden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Nitekim PT ve PTK'nin toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi bitkinin çeşidine ve kullanılan ekstraksiyon metoduna göre değişebilmektedir. Ayrıca

PT çeşitleri arasındaki toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasiteleri, yetiştirme uygulamaları, yetiştirme mevsimine, depolama koşulları, iklim ve coğrafik orijinine bağlı olmak üzere değişkenlik gösterebilmektedir (Abdeltawab ve ark., 2012).

4.1.5. Bakır iyon indirgeme antioksidan kapasite tayini

İndirgeme gücü antioksidan kapasitenin değerlendirmesinde önemli bir gösterge olup antioksidanların elektron verme yeteneğini yansıtır. PT ve PTK'nin etanol özütünün indirgeme gücü CUPRAC testi kullanılarak belirlenmiş ve değerler Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Araştırmada kullanılan PT ve PTK'nin bakır iyon indirgeme antioksidan kapasitesi ($\mu\text{mol TE/g}$ ekstrakt)

	PT		PTK	
	Kabuklu	Kabuksuz	Kabuklu	Kabuksuz
CUPRAC	924,3 \pm 4,80 ^A	606,6 \pm 9,27 ^B	828,7 \pm 7,63 ^A	617,5 \pm 13,7 ^B

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (^{A, B}: P<0,01). SE, Standart hata.

Metotta yüksek absorbanans güçlü indirgeme gücünü gösterir. Sonuçlara göre tüm özütlerin indirgeme gücü yetenekleri sentetik antioksidanlar BHT (5649,5 \pm 56,38 $\mu\text{mol TE/g}$) ve BHA (11185,7 \pm 89,51 $\mu\text{mol TE/g}$) ile karşılaştırıldığında sentetik antioksidanların oldukça güçlü etkinliğe sahip oldukları gözlemlenmiştir.

4.5. Serbest ve toplam gossipol tayini

Aydın/Nazilli'de ekimi yapılan Gossipolsüz Nazilli kabuklu ve kabuksuz PT çeşidinin toplam ve serbest gossipol düzeyleri Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Araştırmada kullanılan PT'nun serbest ve toplam gossipol düzeyleri (mg/kg)

	PT	
	Kabuklu	Kabuksuz
Serbest gossipol	294±15 ^B	521±2 ^A
Toplam gossipol	440±4 ^B	706±20 ^A

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (^{A,B}: P<0,01). SE, Standart hata.

Toplam gossipol düzeylerinin yüksek olmasının nedeni bu grupların HP içeriklerinin yüksek olmasını sağlayan pamuk tohumunun embriyo kısımlarının daha fazla bulunması ve embriyo kısımlarının da yüksek düzeyde gossipol içermesidir. Kabuklu PT ve kabuksuz PT'nin serbest ve toplam gossipol düzeyleri sırasıyla (mg/kg); 294±15 ve 440±4; 521±2 ve 706±20 olarak bulunmuştur. Kabuksuz PT gossipol düzeyleri kabuklu PT'na göre çok yüksek bulunmuştur (P<0,01). Dolayısı sonuç irdelendiğinde PT kabuklarında gossipol bezi olmadığından kabuksuz PT'nda bu değerin (serbest ve toplam gossipol) yükselme eğilimi göstermiştir. Pratikte yumurta tavuğu rasyon karmalarına %15 katılması durumunda rasyonun gossipol düzeyleri kabuklu PT için yaklaşık olarak sırasıyla 44.1 mg/kg serbest gossipol ve 66 mg/kg toplam gossipol; kabuksuz PT için yaklaşık olarak sırasıyla 78.2 mg/kg serbest gossipol ve 105.9 mg/kg toplam gossipol içerecektir. Etlik piliçlerde ise %10 düzeyinde katılması durumunda ise kabuklu PT için yaklaşık olarak sırasıyla 29.4 mg/kg serbest gossipol ve 44 mg/kg toplam gossipol; kabuksuz PT için yaklaşık olarak sırasıyla 52.1 mg/kg serbest gossipol ve 70.6 mg/kg toplam gossipol içerecektir. Dolayısıyla rasyonda tahmini olabilecek gossipol düzeyleri dikkate alındığından kümes hayvanlarının gossipol düzeyini tolere edecek düzeylerinin çok altında olduğundan rahatlıkla kullanılabilmesi hatta kullanım düzeylerinin bir kat daha arttırılabileceği ve büyüme ve yumurta performansında herhangi bir verim düşüklüğüne neden olmadan kullanılabilmesi düşünülebilir. Bu bağlamda Davis ve ark. (2002) yumurta tavuğu rasyonlarına %20 oranında PTK ilavesi ile rasyondaki serbest gossipol içeriğinin 144 mg/kg (ppm) yumurta verimini ve yumurta ağırlığını etkilemediğini açıklamışlar ve rasyonda serbest gossipol düzeyinin en az 100 ppm altında tutulmasını gerektiğini önermişlerdir.

PTK üzerinde denemeler yapan çeşitli araştırmacılar (Gamboa ve ark., 2001; Watkins ve ark., 2002; Sterling ve ark., 2002; Zhang ve ark., 2007; Sahin ve ark., 2006;

Mahmood ve ark., 2011; Tang ve ark., 2012; Zotte ve ark., 2013; Salas ve ark., 2013; Sun ve ark., 2013; Saikh ve ark., 2014; Nie ve ark., 2015; Vellaichamy, 2016; Thirumalaismy ve ark., 2016; Jazi ve ark., 2017) serbest ve toplam gossipol düzeylerinin sırasıyla %0.0082-0.4 ve %0,938-2,62 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmamızın gossipol içeriği sonuçları Ustaoglu (2007)'nin tüm pamuk tohumlarında serbest gossipol düzeyleri (% 0.362 ile % 0.591) ile ekspeller PTK'ndeki ortalama serbest gossipol düzeyinden (% 0.06) çok düşük olduğu ortaya çıkmaktadır. Karataş (2017 ve Yiğit (2017), PT serbest ve toplam gossipol düzeylerini sırasıyla %4,23 ve %8,47; ısıtılmış işlem görmüş PT'nda sırasıyla %1,85 ve %5,69 olarak bildirmiştir. Gossipollü pamuk çeşidinin araştırmamızın bulguları ile kıyaslandığında Gossipolsüz PT'ndan 140-190 kat (serbest ve toplam gossipol) çok yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır. Öte yandan araştırma örneklerinin serbest ve toplam gossipol değerleri ise yemlerde istenmeyen maddeler tebliğinde (Tarım ve Orman Bakanlığının 2005/3 sayılı tebliği) belirtilen değerlerden (5000 ppm; %0.5 serbest gossipol) çok düşük bulunmuştur. Nitekim Gossipolsüz PT ve PTK'nin düşük gossipol içeriği çiftlik hayvanları rasyonlarında özellikle kanatlı rasyonlarında kullanımını nitelikli hale getirmektedir.

Bazı araştırmacılar (Karadaş ve ark., 1996; Nagalakshmi ve ark., 2007) tohum ya da küspedeki gossipol konsantrasyonu ile birlikte protein ve yağ düzeyleri bitkinin türü, yetiştiği toprak, yağ ekstraksiyon metodu, linter, tohum kabuğu ve iklime bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Bitkide gossipol konsantrasyonu farklılıkları yağış oranıyla pozitif, sıcaklıkla negatif korelasyon gösterdiği Price ve ark. (1993) tarafından açıklanmıştır.

Günümüzde kanatlı hayvanların beslenmesinde bitkisel protein kaynağı olarak, proteininin biyolojik değeri daha yüksek olan soya vb küspesilerin kullanıldığı, ayrıca bu bitkisel protein kaynaklarının içerdiği anti-besinsel maddelerin büyük bir çoğunluğunun küspe elde etme sırasında uygulanan ısıtılmış işlem nedeniyle yıkıma uğradığı bilinmektedir. Ancak Gossipolsüz PT içerisinde gossipolün yıkımı diğer anti-besinsel faktörler kadar kolay olmamakta, ayrıca gossipolün etkisi ısıtılmış işlemle giderilirken küspe proteininin kalitesi düşmektedir. Bunun için düşük gossipol içeren Gossipolsüz PT ve küspelerinin bilinen etkin bir bakteri şuşu kullanılarak özellikle arginin aminoasitinin yıkımlarını lisin:arginin oranını dengeleyebilecek katı hal fermantasyonuna maruz

bırakılarak son ürünlerin karma yemlerde kullanılabileceği ve kanatlı hayvanları üzerinde denemelerin yapılabileceği araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca PT ve PTK'lerinin kullanım alanı daha çok ruminant hayvanların rasyonları olduğu halde (her ne kadar gossipol düzeylerini kanatlılara oranla daha iyi tolere edebildikleri halde) PT'nun bezsiz çeşitlerin kullanım oranlarının artışına da neden olabilir.



5. SONUÇ

Araştırma sonucundan elde edilen bulgular bugüne kadar konu ile ilgili yürütülen çalışmalardan elde edilen bulgularla farklılıkları dikkate alınarak tartışılmış temel bilgiler ışığında açıklanmaya çalışılmıştır.

Pamuk tohumu küspelerinin kimyasal özellikleri ve kalitesi hakkında bilgi veren besin madde bileşimleri arasındaki gözlenen farklılıklar, başta yağ elde edilme yöntemi olmak üzere tohum çeşidi, özellikleri, kabuk içeriği, depolama süresi gibi faktörlere bağlı olarak açıklanabilir. Özellikle işleme tekniği ile kabuksuzlaştırma mekanik veya ekstraksiyon yöntemlerinden hangisini uyguladığı küspelerin başta yağ, protein ve selüloz olmak üzere besin madde bileşimini önemli ölçüde etkilemektedir. Pamuk tohumu yağı, çiftlik hayvanlarının rasyonlarında soya veya mısır yağı için daha kolay ulaşılabilir olmaları ve soya yağı ile benzer yüksek doymamış yağ asitleri konsantrasyonları nedeniyle potansiyel bir alternatif bitkisel yağ kaynağı olarak değerlendirilebilir.

Gossipolsüz PT’nda bulunan fenolik bileşikler, lipit peroksidasyonunu önleme kabiliyetleri ile çiftlik ürünlerinin kalitesini ve raf ömrünü artırabilir. Bununla birlikte, PT ve PTK’nin analiz edilen antioksidan aktivite sonuçları dikkate alındığında, sentetik antioksidan BHT’den daha düşük aktivite göstermiştir. Bu bağlamda, Gossipolsüz PT ve küspesinde az da olsa bulunan fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesi, hayvan sağlığına ve üretim etkinliğine potansiyel katkıda bulunabileceği söylenebilir. Bununla birlikte, Gossipolsüz Nazilli pamuk tohumunun flavonol glikozitler, kersetin, kaempferol ve benzoik asit gibi fenolik bileşik türevlerinin belirlenmesi ve bunların potansiyel antioksidan kapasitesi ile ilgili bulgularını ortaya koymak için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Araştırma bulguları çerçevesinde Gossipolsüz Nazilli PT’nun düşük düzeyde gossipol içermesi ile beraber kimyasal kalite açısından göreceli olarak daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Literatür taramasında Gossipolsüz Nazilli ya da muadil Gossipolsüz yerli diğer çeşitlere ait PT ve PTK’nin besin madde bileşimine ilişkin bilimsel bir bilgiye ulaşamamıştır. Bu araştırma sonucunda elde edilen veriler ülkemizde üretilen gossipolsüz PT ve PTK’nin kimyasal kalitesini belirlemeye yönelik

bilginin literatüre katkısı sağlanmıştır. Nitekim ülkemizde Gossipolsüz (bezsiz) olarak üretilen ya da üretilecek PT ve PTK'sinin karma yemde kullanımı için yem fabrikaları ve hayvancılık işletmeleri için güncel bilgi oluşturulmuştur.

Dünya'da, proteince yetersiz besleme ve yem sıkıntısı çeken ülkeler bile PT veya PTK'ni ruminant hayvanları için bir yem kaynağı olarak kullanmaktadır. Ancak bütün PT veya protein bakımından zengin PTK ile beslenseler bile, yem proteinini et proteinine dönüştürmede (PCR: protein dönüşüm oranı) tek mideli hayvanlara göre oldukça yetersizdirler (Tilman and Clark, 2014; Rathore ve ark., 2017). Ruminant hayvanlara göre birçok tek mideli çiftlik hayvanı için protein dönüşüm oranı değerleri, bu hayvanların bitki proteinlerini yüksek kaliteli et proteinlerine dönüştürmede önemli ölçüde daha etkili olduğunu göstermektedir. Özellikle, yumurta ve etlik piliç üretimi, düşük gossipol ya da Gossipolsüz PT ve/veya PTK'nin de dâhil olduğu karmalarda yem protein kaynağının et proteinine dönüşümünde verimli bir şekilde kullanılabilir. Bezsis ya da düşük gossipol içeren ve bunların katı veya sıvı faz fermentasyon işlemine maruz bırakılan PT ve PTK, dünyada protein kıtlığının azaltılmasına yardımcı olma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, dünya çapında bir nitelikli lif sağlayan aynı zamanda gossipol içermeyen ıslah edilmiş yeni çeşitlerin benimsenmesi, yalnızca yem proteininin eksikliklerinin giderilmesine yardımcı olmakla kalmayacak, aynı zamanda, pamuk çeşitliliğine katkıda bulunmakla beraber kullanımlarından dolayı pamuk yetiştirilen ülkelerin kırsal ekonomilerinin iyileştirilmesine de yardımcı olacaktır.

Sonuç olarak, çiftlik hayvanlarının karma yemlerinde yer alabilecek Gossipolsüz Nazilli PT ve PTK'sinin besin madde düzeyleri, mineral madde kompozisyonu, PT ham yağının yağ asidi kompozisyonu, toplam fenolik bileşikler ve antioksidan kapasite gücü ile gossipol düzeyleri belirlenmiş olup araştırmada elde edilen bulguların eksik olan bilgilere katkıda bulunabilecektir. Üzerinde çalışılan çeşidin yaygın yetiştiriciliğinden elde edilebilecek PT ve PTK'sinin yem değerliliğinin arttırılabileceği ya da çiftlik hayvanlarında performansı ve ürün kalitesini belirlemeye yönelik yapılacak daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca PT gossipolünün tamamen ortadan kaldırılması durumunda bu değerli protein kaynağının belirsiz iklim koşulları çağına girerken küresel gıda ve lif güvenliği için kullanımını büyük ölçüde arttırabilecek çalışmalara da ağırlık verilmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Abdeltawab, A.A., Ullah, Z., Al-Othman, A.M., Ullah, R., Iqbal, H., Shabir, A. ve Talha, A., 2012. Evaluation of the chemical composition and element analysis of *Urtica dioica*. African Journal of Pharmacy and Pharmacology, 6 (21), 1555-1558.
- Akyıldız, A.R., 1984. Yemler Bilgisi Laboratuar Kılavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 895, Uygulama Kılavuzu No: 213, s. 236, Ankara.
- Alçıçek A., Yurtman, A. Y. (2009). Entansif Koyunculukta Besleme. U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2009, Cilt 23, Sayı 2, 1-13.
- Alkaya E., 2010. Lif Pamuk Üretimi Yan Ürünlerinin/Artıklarının Katma Değerli Ürünlere Dönüştürülmesi: Mevcut Uygulamalar ve Teknolojik Gelişmeler. 2. Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi - UKAY 2010, 18-29 Ekim, Mersin.
- Anonim, 2004. Küşpe Normları Tebliği. Tebliğ No:2004/17. 06/05/2004 tarih ve 25454 sayılı Resmi Gazete.
- Anonim, 2005. Yemlerde İstenmeyen Maddeler Hakkında Tebliğ. Tebliğ No: 2005/3, 05/02/2005 tarih ve 25718 sayılı Resmi Gazete.
- Anonim, 2008. TBMM Zeytin ve Zeytinyağı ile Diğer Bitkisel Yağların Üretiminde ve Ticaretinde Yaşanan Sorunların Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu Raporu.
- Anonim, 2018a. 2017 Yılı Pamuk Raporu. T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, 43 sayfa, Ödemiş/İzmir. Erişim: <http://koop.gtb.gov.tr/data/5ad06c80ddee7dd8b423eb24/2017%20Pamuk%20Raporu.pdf>
- Anonim, 2018b. Gossypolsüz Nazilli (Glandsız), Pamuk (*Gossypium Hirsutum* L.). Nazilli Pamuk Araştırma İstasyonu Tanıtım Kataloğu, Sayfa 37-38, Nazilli, Aydın.
- Anonymous, 1967. Factors In Cottonseed Meal Affecting the Physiological Response In Animal. Feetstuffs 6:39.
- Anonymous, 2018. Turkey Cotton and Cottonseed Meal Production by Year. Index Mundi. <https://www.indexmundi.com/agriculture/?country=tr&commodity=cotton&graph=production>; 05/11/2018.
- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MS, USA.

- Apak R, Güçlü K, Özyürek M, Esin Karademir S, Erçağ E 2006. The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 57(5-6): 292–304.
- Aygün, C., Kara, İ., Oral, H.H., Erdoğan, İ., Atalay, A. K., & Sever, A. L. 2018. Bazı Çalı Bitkilerinin Sezonluk (İlkbahar, Yaz, Sonbahar) Yaprak Örneklerindeki Makro ve Mikro Besin Elementi İçerikleri. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 7(1), 51-65.
- Bahraini, Z., Salari, S., Sari, M., Fayazi, J., & Behgar, M. 2017. Effect of radiation on chemical composition and protein quality of cottonseed meal. *Animal Science Journal*, 88(9), 1425-1435.
- Bailey, A., E., 2005: *Bailey's Industrial Oil & Fat Products*, 6th ed., Vol. 2, Edible Oil Processing, Cottonseed Oil.
- Balogun T.F., Aduku A.O., dim N.I., Olorunju S.A.A., 1990. Undecorticated cottonseed meal as a substitute for soybean meal in diets for weaner and growing finishing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1990, 30, 193–201.
- Bek, Y., Efe, E., 1988. *Araştırma ve Deneme Metodları – I. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı*. No: 395, Balcalı/Adana.
- Berberich, S. A., J. E. Ream, T. L. Jackson, R. Wood, R. Stipanovic, P. Harvey, S. Patzer, and R. L. Fuchs. 1996. The composition of insect-protected cottonseed is equivalent to that of conventional cottonseed. *J. Agric. Food Chem.* 44:365–371.
- Bertrand, J. A., Sudduth, T. Q., Condon, A., Jenkins, T. C., & Calhoun, M. C. 2005. Nutrient content of whole cottonseed. *Journal of Dairy Science*, 88(4), 1470-1477.
- Blois, M.S., 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200.
- Bolan, N.S., D.C. Adriano, and S. Mahimairaja. 2004. Distribution and bioavailability of trace elements in livestock and poultry manure by-products. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 34:291–338.
- Broadley, M. R., White, P. J., Hammond, J. P., Zelko, I., Lux, A. 2007. Zinc in plants. *New Phytologist*. Volume 173, Issue 4 March 2007 Pages 677–702.
- Calhoun MC, Kuhlmann SW, Baldwin BC. 1995. Cotton feed product composition and gossypol availability and toxicity, Pages 125–145 in: *Proceedings of the 2nd National Alternative Feeds Symposium. Alternative Feeds for Dairy and Beef Cattle*, St. Louis, MO.
- Campbell LD, Jacobsen I, Eggum BO and Just A 1983. A study of the variability of the endogenous energy output by adult roosters and a determination of the available energy of nine different feedstuffs. *J. Sci. Food Agric.* 1983, 34: 221-226.

- Davis, A. J., M. M. Lordelo, and N. Dale. 2002. The use of cottonseed meal with or without added soapstock in laying hen diets. *J. Appl. Poult. Res.* 11:127–133.
- Diaw, M.T., Dieng, A., Mergeai, G., Camara, A., Hornick, J.L., 2012. Effets de la substitution totale du tourteau d'arachide par la fève de coton glandless sur les performances zootechniques de poulets de chair au Sénégal. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 65(1-2).
- Efe, L., 2016. Gossypolsüz Pamuklar ve önemi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Zir. Fak. Tarla Bitkileri Böl. (<http://cafelife.com.tr/ant/index.php/antbirlik/haberler/item/103-gossypolsuz-pamuklar-ve-onemi>).
- El-Boushy A.R., Raterink R., 1989. Replacement of soybean meal by cottonseed meal and peanut meal or both in low energy diets for broilers. *Poult. Sci.*, 68, 799–804.
- Elmastaş, M., Gülçin, İ., Işildak, Ö., Küfrevioğlu, Ö.İ., İbaoğlu, K. ve Aboul-Enein, H.Y., 2006. Radical scavenging activity and antioxidant capacity of bay leaf extracts. *Journal of Iranian Chemical Society*, 3 (3), 258-266.
- Emiroğlu, Ş.H., 1974. Pamukta Gossipol, Gossipol glandının kalıtımı ve pamuk çeşitlerimizin total gossipol seviyeleri. *Bitki* 1(2):239-245.
- Emiroğlu, Ş.H., Yazıcıoğlu, G., Turan, Z.M., Akdemir, H., 1989. Gossypolsüz yeni pamuk çeşitleri ıslahı. *Doğa TÜBİTAK Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*. 13(2): 204-215.
- Ergül, M., 1973. Pamuk tohumu küspesinin hayvan beslemedeki önemi. *Ege Bölgesi I. Hayvancılık Semineri*, S.216-218, Birlik Matbaası, İzmir.
- Ergül, M., 1981. Bazı yemlerde mevcut zehirli maddeler ve etkileri. *Tarım ve Mühendislik Dergisi*, Sayı: 3.
- Ergül, M., 1993. *Yemler Bilgisi ve Teknolojisi (II. Basım)*. Ege Üniv. Zir. Fak. Yayın No:467, İzmir.
- Ergül, M., Pekerten, B., 1977. Süt ineklerinin beslenmesinde küspelerin yeri. *Batı Anadolu I. Süt Hayvancılığı Semineri*, İzmir.
- Ergül, M., Schiller, K., 1972. Pamuk tohumu küspesinin beslenme değeri üzerine bir araştırma. *Ege Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, Cilt:9, Sayı:2, İzmir.
- Erickson, D.R, 1990. *Edible Fats and Oils Processing: Basic Principles and Modern Practices: World Conference Proceedings, AOCS Champaign*, 299-312.
- Eroldoğan, O.F., Gökçe, M.A., Taşbozan, O., Engin, K., Kiriş, G., Tabakoğlu, S., Toku, T., Yılmaz, H.A., Ölçülü, A., 2010. Farklı Su Sıcaklıklarında, Avrupa Deniz Levreği (*Dicentrarchus labrax*) Yemlerindeki Balık Yağının, Kanola ve Pamuk Tohumu Yağlarıyla Değiştirilmesi. TÜBİTAK proje sonuç raporu, Adana.

- Feedipedia, 2019. <https://www.feedipedia.org/node/550> (Accessed on 19-05-2019).
- Fidan M. Said, Bölek, Y., Oğlakçı, M., Bardak, A., 2009. Pamukta Gossypol. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 12(1):93-101.
- Gadelha, I. C., Fonseca, N. B., Oloris, S. C., Melo, M. M., & Sotoblanco, B. 2014. Gossypol toxicity from cottonseed products. *Scientific World Journal*, 23, 16–35.
- Gamboa, D.A., Calhoun, M.C., Kuhlmann, S.W., Haq, A.U., Bailey, C.A., 2001. Tissue distribution of gossypol Enantiomers in broilers fed various cottonseed meals. *Poult. Sci.*, 80, 920–925.
- Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö., Çobanoğlu, D. 2004. Ağır metal iyonlarının (Cu+2, Pb+2, Hg+2, Cd+2) Clivia sp. bitkisi polenlerinin çimlenmesi ve tüp büyümesi üzerine etkileri. *F.Ü. Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi*, 16(2), 177-182.
- Hake, S. J., Kerby, T. A., and Hake, K. D., 1996. Planting and stand establishment, 21p, Hake, S.J., Hake, K.D., Kerby, T.A. (Eds.), Cotton production manual UCANR Publications, ICAC, 2011, Survey of cotton production practices. International Cotton Advisory Committee, Washington, 3352:95p.
- Hall, C.A. ve Cuppett, S.L., 1997. Structure-activities of natural antioxidants in auroma, OI and cuppett, SL, eds. antioxidant methodology in vivo and in vitro concepts. AOCS Press, Champaign, 141-170.
- He, T., Zhang, H. J., Wang, J., Wu, S. G., Yue, H. Y., & Qi, G. H. 2015. Application of low-gossypol cottonseed meal in laying hens' diet. *Poultry Science*, 94, 10, 2456–2463. doi:10.3382/ps/pev247
- He, Z., Shankle, M., Zhang, H., Way, T. R., Tewolde, H., & Uchimiya, M. 2013. Mineral composition of cottonseed is affected by fertilization management practices. *Agronomy Journal*, 105(2), 341-350.
- Henry MH, Pesti GM and Brown TP. 2001a. Pathology and histopathology of gossypol toxicity in broiler chicks. *Avian Dis.* 45(3), 598-604.
- Henry, M.H., Pesti, G.M., Bakalli, R., Lee, J., Toledo, R.T., Eitenmiller, R.R., Phillips, R.D., 2001. The performance of broiler chicks fed diets containing extruded cottonseed meal with lysine. *Poult. Sci.*, 80, 762–768.
- Hermes, I. H., N. R. Asker, M. T. Shulkamy, and M. El Sherskl, 1983. The effect of using different levels of decorticated cottonseed meal on performance of chicks. I. Growth and feed efficiency of starting chicks. *Ann. Agric. Sci. Ain Shams University, Egypt* 28:1415–1428.
- Heuzé V., Tran G., Hassoun P., Brossard L., Bastianelli D., Lebas F., 2015. *Cotton seeds*. Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <http://www.feedipedia.org/node/742> Last updated on May 12, 2015, 14:25.

- Heywang, B. W., and A. R. Kemmerer, 1966. Effect of gossypol source and level on chick growth. *Poultry Sci.* 45:1429–1430.
- Janga, M. R., Pandeya, D., Campbell, L. M., Konganti, K., Villafuerte, S. T., Puckhaber, L., Pepper, A., Stipanovic, R.D., Scheffler, J.A., Rathore, K. S., 2019. Genes regulating gland development in the cotton plant. *Plant biotechnology journal.* 17: 1142–1153.
- Jazi, V., Boldaji, F., Dastar, B., Hashemi, S. R., & Ashayerizadeh, A. 2017. Effects of fermented cottonseed meal on the growth performance, gastrointestinal microflora population and small intestinal morphology in broiler chickens. *British poultry science*, 58(4), 402-408.
- Jezeq, M., Geilfus, C. M., Bayer, A., Mühling, K. H. 2014. Photosynthetic capacity, nutrient status, and growth of maize (*Zea mays* L.) upon MgSO₄ leaf-application. *Front. Plant Sci.*, 5: 781.
- Juillet, A., Susplugas, J., Courp, J., 1955. Oléagineux et leurs tourteaux. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Erişim: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300361319>
- Kacar, B., İnal, A., 2010. Bitki Analizleri. Nobel Akademik Yayıncılık. ISBN: 9786053950363
- Kacar, B., Katkat, A. V. (1997). Tarımda Fosfor. Bursa Ticaret Borsası Yay. No: 5, Uludağ Üniv. Basımevi, Bursa.
- Kaçar, B., İnal A., 2008. Bitki Analizleri, Nobel Yayın Dağıtım, 892, Ankara.
- Kanyinji F and Sichangwa M. 2014. Performance of broilers fed finishing diets with fermented cottonseed meal as partial replacement for soybean meal. *Journal of Animal Science Advances*, 4: 931-938.
- Karabulut, A. ve Filya, İ., 2007. Yemler bilgisi ve yem teknolojisi. U.Ü. Zir. Fak. Ders Notları No:67, (Genişletilmiş 4. Baskı), s. 81-82, Bursa.
- Karabulut, A., Canbolat, Ö., 2005. Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Uludağ Üniversitesi Yayınları, 520 s., Bursa.
- Karadaş, E., Özer, H., Metin, N., Özdemir, N., 1996. Broiler piliçlerde deneysel pamuk tohumu toksikasyonunda patolojik ve biyokimyasal çalışmalar. *Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi*, 20(1): 1-8.
- Karahasan, S., 2012. Ham Pamuk Yağından Enzimatik Yöntemle Fosfolipidlerin Giderilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim dalı, Yüksek Lisans Tezi, 64 sayfa, İstanbul.
- Karaman, M. R., Turan, M., Tutar, A., Dizman, M., 2012. Bitkisel Üretimde Hüyük Madde ve Mikro Besin Elementi Yarayışlılığı İlişkileri. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*, 1:165-175.

- Karataş, E., 2017. Kuzu Rasyonlarında Isıl İşlem Görmüş Pamuk Tohumu Kullanımının Performans, Karkas Özellikleri ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni ABD, Yüksek Lisans Tezi, 60 sayfa, Kahramanmaraş.
- Kayahan, M., 2004. Yağlı Tohumlardan Ham Yağ ve Üretim Teknolojisi, Gıda Mühendisleri Odası, Ankara, 4-7.
- Kırkpınar, F ve Ergül, M., 2003. Pamuk tohumu küspesinin yem olarak kullanımı. Pamukta Eğitim Semineri. Ege Üniv., 14-17 Ekim, İzmir, 223-235.
- Kochian, L. V. (1991). Mechanisms of micronutrient uptake and translocation in plants. In: Mortvedt JJ, Cox F, R. Shuman. L. M., Welch, R. M. (eds) Micronutrients in Agriculture, pp. 229–296. Madison, WI: Soil Science Society of America.
- Konuşkan, D. B., Yılmaztekin, M., Mert, M., Gençer, O., 2017. Physico-chemical characteristic and fatty acids compositions of cottonseed oils. Tarım Bilimleri Dergisi, 23(2), 253-259.
- Kumar SP, Singh SS, Singh NP and Mayur P. 2011. In vitro antioxidant activity of *Gossypium herbaceum* Linn. IRJP, 2(7): 166-170.
- Kutlu, H.R., 2002. Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi. Ders Notu (basılmamış). Ç.Ü. Zir. Fak. Balcalı/Adana.
- Kutlu, H.R., Görgülü, M., Çelik, L.B., 2007. Genel Hayvan Besleme. Ders notu, Çukurova Üniv. Zir. Fak., Zootekni Bl., Yemler ve Hayvan Besleme ABD., 165 sayfa, Adana.
- Lan, L., Appelman, C., Smith, A. R., Yu, J., Larsen, S., Marquez, R. T., Liu, H., Wu, X., Gao, P., Roy, A., Anbanandam, A., Gowthaman, R., Karanicolas, J., Guzman, R. N. D., Rogers, S., Aube, J., Ji, M., Cohen, R. S., Neufeld, K. L., and Xu, L. 2015. Natural product (-)-gossypol inhibits Colon cancer cell growth by targeting RNA-binding protein musashi-1. *Molecular oncology*, 9(7), 1406-1420.
- Lee, K.J., Dabrowski, K., 2002. High Performance Liquid Chromatographic Determination of Gossypol and Gossypolone Enantiomers in Fish Tissues Using Simultaneous Electrochemical and Ultraviolet Detectors. *Journal of Chromatography B*, 779: 313-319.
- Mahesar, S. A., Shah, S. N., Shirazi, S. T. H., & Nizamani, S. M. 2017. Outcome of Refining on the Physicochemical Properties of Cottonseed Oil. *Pakistan Journal of Analytical & Environmental Chemistry*, 18(2), 105-111.
- Mahmood F, Khan MZ, Khan A, Muhammad G and Javed, I. 2011. Lysine induced modulation of toxico-pathological effects of cottonseed meal in broiler breeder males. *Pak. J. Zool.* 43 (2): 357-365.

- Marghazani IB, Jabbar MA, Pasha TN and Abdullah M. 2013. Ruminant degradability characteristics in vegetable protein sources of Pakistan. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 23(6): Page: 1578-1582.
- Nagalakshmi D, Sastry VRB and Rao VK. 2002a. Influence of Feeding Processed Cottonseed Meal on Meat and Wool Production of Lambs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol 15, No. 1: 26-33.
- Nagalakshmi D, Sastry VRB and Agrawal DK. 2002b. Detoxification of undecorticated cotton seed meal by various physical and chemical methods. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 2: 117-126.
- Nagalakshmi D, Sastry VRB, Pawde A. 2003. Rumen fermentation patterns and nutrient digestion in lambs fed cottonseed meal supplemental diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 103, 1-4.
- Nagalakshmi, D., 1997. Utilization of undecorticated cotton (*Gossypium*) seed meal in the diets of growing lambs. PhD Thesis. Indian Veterinary Research Institute, Izatnagar, India.
- Nagalakshmi, D., R. S. V. Rama, A. K. Panda, and V. R. B. Sastry. 2007. A review: cottonseed meal in poultry diets. *J. Poult. Sci.* 44:119-134.
- Nagalakshmi, D., Sastry, V.R.B., Agrawal, D.K., Katiyar R.C.H., 2001. Haematological and immunological response in lambs fed on raw and variously processed cottonseed meal. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 14, 21-29.
- Nas S, Gökalp HY, Ünsal M 2001. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayın No:5, 329s, Denizli.
- Nida, D. L., S. Patzer, P. Harvey, R. Stipanovic, R. Wood, and R. L. Fuchs. 1996. Glyphosate-tolerant cotton: The composition and the cottonseed is equivalent to that of conventional cottonseed. *J. Agric. Food Chem.* 44:1967-1974.
- Nie C, Zhang W, Ge W, Wang Y, Liu Y and Liu J. 2015. Effects of fermented cottonseed meal on the growth performance, apparent digestibility, carcass traits, and meat composition in yellow feathered broilers. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 39: 350-356.
- NRC, 1980. Mineral Tolerance of Domestic Animals. Washington, DC. National Academies Press.
- NRC, 1994. Nutrient requirements of poultry. Ninth Revised Edition, 1994, National Academy Press, Washington D.C.
- NRC, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Rev. Ed., National Academy Press, Washington, D.C.
- NRC. 1984. Nutrient requirements of beef cattle. 6th ed. National Academy Press, Washington, DC.

- NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry, 9th, rev edn. National Academy Press, Washington, DC.
- O'Brien, R., 2004: Fats and Oils : Formulating and Processing for Applications, 2nd ed., CRC Press.
- Oğuz, F.K., 2006. Bilmediğimiz bir ürün:Pamuk Tohumu. Türkiye Yem Sanayicileri Birliği, Yem Magazin Dergisi, 43, 47-52.
- Oskoueian, E., Abdullah, N., Hendra, R., & Karimi, E. 2011. Bioactive compounds, antioxidant, xanthine oxidase inhibitory, tyrosinase inhibitory and anti-inflammatory activities of selected agro-industrial by-products. *International journal of molecular sciences*, 12(12), 8610-8625.
- Osti, N. P., & Pandey, S. B. 2006. Use of whole cotton seed and cotton seed meal as a protein source in the diet of ruminant animals: Prevailing situation and opportunity. In Proceedings of the 6th national workshop on Livestock and Fisheries Research (pp. 111-119).
- Oyaizu, M., 1986. Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. *Japanese Journal of Nutrition*, 44, 307-315.
- Özbek, H., Kaya Z., Gök, M. ve Kaptan, H. 1993. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi Kitabı, Yayın no: 73, Ders Kitapları Yayın no: A-16, ss: 77-119, Adana.
- Özen, N., Çakır, A., Haşimoğlu, S., Aksoy, A., 1981. Yemler. Atatürk Üniv. Zir.Fak Zootečni Bl. s:122-125, Erzurum.
- Özkan, K., 1974. Ülkemizde Yeterince Değerlendirilmeyen Bir Yem:Pamuk Tohumu Küspesi. Ege Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 11(1):135-145, İzmir.
- Panigrahi S., Plumb V.E.,Machia D.H., 1989. Effects of dietary cottonseed meal with and without iron treatment on laying hens. *Br. Poult. Sci.*, 30, 641–651.
- Panigrahi, S., and T. W. Hammonds. 1990. Egg discoloration effects of including screw press cottonseed meal in laying hen diets and their prevention. *Br. Poult. Sci.* 31:107–120.
- Panigrahi, S., V. E. Plumb, and D. H. Machin. 1989. Effects of dietary cottonseed meal, with and without iron treatment, on laying hens. *Br. Poult. Sci.* 30:641–651.
- Papadopoulos, G. ve Ziras, E., 1987. Nutrient Composition of Greek Cottonseed Meal. *Animal Feed Science and Technology*. 18 (4): 295-301.
- Phelps, R.A., 1966. Cottonseed meal for poultry: from research to practical application. *World's Poultry Science Journal*, 22(2), 86-112.

- Price WD, Lovell RA and McChesney DG. 1993. Naturally occurring toxins in feedstuffs: center for veterinary medicine perspective. *Journal of Animal Science*, vol. 71, no. 9, pp. 2556–2562.
- Prochazkova, D.; Bousova, I.; Wilhelmova, N. Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids. *Fitoterapia* 2011, 82, 513–523.
- Rathore, K.S., Wedegaertner, T.C., Hake, K., 2017. Ultra-low gossypol cottonseed (ULGCS) as a feed for non-ruminants to enhance human nutrition security. *Broadening Horizons N°45*, Feedipedia, September.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. ve Rice-Evans, C.A., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS^{•+} radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26, 1231-1237.
- Reid, B.L., Galaviz –Moreno, S., Maiorino, P.M., 1984. Comparison of glandless and regular cottonseed meals for laying hens. *Poult. Sci.*, 63, 1803–1809.
- Ryan J.R., Kratzer F.H., Grace C.R., Vohra P., 1986. Glandless cottonseed meal for laying and breeding hens and broiler chicks. *Poult. Sci.*, 65, 945–955.
- Sahin A, Duru M, Kaya S and Camci O. 2006. Effects of raw material in finisher diet on broiler performance in choice feeding system. *Arch. Geflugelk.* 70(1): 8 – 13.
- Salas C, Ekmay R, England J, Cerrate S and Coon CN. 2013. The TMEn, proximate analysis, amino acid content and amino acid digestibility of glandless and commercial cottonseed meal for broilers. *International Journal of Poultry Science* 12: 212-216.
- Schroder, J.L., H. Zhang, J.R. Richards, and Z. He. 2011. Sources and contents of heavy metals and other trace elements in animal manures. In: Z. He, editor, *Environmental chemistry of animal manure*. Nova Science Publ., New York. p. 385–414.
- Scott, M.L, Nesheim, M.C., Young, R.J., 1969. *Nutrition of the Chicken*, M.L. Scott and Associates, New York.
- Sekhar-Reddy P., Sudhakar Reddy P., Satyanarayana Reddy P.V.V., Srinivasa Rao D., 1998. Influence of cottonseed cake on the performance of broilers. *Indian J. Anim. Nutr.*, 15, 188–193.
- Shaikh A, Kathe AA and Mageshwaran V. 2014. Reduction of Gossypol and Increase in Crude Protein Level of Cottonseed Cake using Mixed Culture Fermentation. *KKU Res. J.*; 19: 67-73.
- Sharma N.K., Lodhi G.N., Ichhponani J.S., 1978. Cottonseed cake a potential source of vegetable protein for poultry: A review. *Indian J. Anim. Sci.*, 48, 132–140.

- Silgır, N., 2015. Çukurova Bölgesinde Üretilen Pamuk Tohumu Küspelerinin Besin Madde İçeriklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Mustafa Kemal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 51 sayfa, Hatay.
- Singh, S., Sharma, S. K., & Kansal, S. K. (2019). Batch extraction of gossypol from cottonseed meal using mixed solvent system and its kinetic modeling. *Chemical Engineering Communications*, 1-10.
- Singh, S., Sharma, S. K., and Kansal, S. K. (2015). Extraction of gossypol from cottonseed, *Rev. Adv. Sci. Eng.*, 4, 301–318.
- Slinkard K. ve Singleton, V.L., 1977. Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28, 49–55.
- Smith, F. H., and A. J. Clawson, 1970. The effects of dietary gossypol on animals. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 47:443–447.
- SPSS, 2010. *Statistical Package in Social Sciences for Windows*. Statistical Innovations Inc., Chicago, USA.
- SPSS, 2010. *Statistical Package in Social Sciences for Windows*. Statistical Innovations Inc., Chicago, USA.
- Sterling, K. G., E. F. Costa, M. H. Henry, G. M. Pesti, R. I. Bakalli. 2002. Responses of broiler chickens to cottonseed and soybean meal-based diets at several protein levels. *Poult. Sci.* 81:217–226.
- Stipanovic, R., Bell, A. and Benedict, C. 1999. Cotton pest resistance: the role of pigment gland constituents. In *Biologically Active Natural Products: Agrochemicals* (Cutler, H.G. and Cutler, S., eds), pp. 211–220. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Sun H, Tang JM, Fang CL, Yao XH, Wu YF, Wang X and Feng J. 2013. Molecular analysis of intestinal bacterial microbiota of broiler chickens fed diets containing fermented cottonseed meal. *Poultry Science* 92: 392–401.
- Sun H, Tang JM, Yao XH, Wu YF, Wang X and Feng J. 2012. Improvement of the nutritional quality of cottonseed meal by *Bacillus subtilis* and the addition of papain. *Int. J. Agric. Biol.*, 14: 563–568.
- Tabatabai F, Golian A, Salarmoeini M. 2002. Determination and detoxification methods of cottonseed meal gossypol for broiler chicken rations. *Agric. Sci. Technol.* 16, 3–15.
- Tang JW, Sun H, Yao XH, Wu YF, Wang X and Feng J. 2012. Effects of replacement of soybean meal by fermented cottonseed meal on growth performance, serum biochemical parameters and immune function of yellow-feathered broilers. *Asian Austral. J. Anim. Sci.*, 25: 393–400.

- Thirumalaisamy G, Purushothaman MR, Kumar PV and Selvaraj P. 2016. Effect of feeding cottonseed meal on some hematological and serum biochemical parameters in broiler birds. *Veterinary World*, 9(7): 723-727.
- Tilman, D., Clark, M. (2014) Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature* 515: 518-522.
- TSE 2008. Hayvan yemleri-Metabolik (çevrilebilir) enerji tayini kimyasal metot. Standart No. 9610, Kabul tarihi 3.12.1991, Konfirme tarihi 20.5.2008, Ankara, Türkiye.
- TSE, 1988. Hayvan Yemleri-Serbest ve Toplam Gossipol Tayini. Standart No. 5889, Temmuz 1988, Ankara, Türkiye.
- TÜİK, 2018. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001; 02/11/2018.
- Tuncer, Ş.D., Yalçın, S., 1986. Türkiye’de üretilen pamuk tohumu küspelerinde gossipol düzeylerinin tesbit edilmesi üzerinde bir araştırma. *Selçuk Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 2(1):125-134.
- Umur, H., Kütükoğlu, F., Karaağaç, H. E., Kara., S., 2019.Farklı Protein İçerikli Pamuk Tohumu Küspelerinin HPLC Yöntemi ile Gossipol Düzeylerinin Belirlenmesi. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (21), 18-25.
- Ustaoglu A. Hatay İlinde Üretim Yapılan Pamuk Tohumu Küspelerinin Besin Madde İçerikleri ve Gossypol Düzeylerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. *MKÜ Fen BilimleriEnstitüsü*. 2007.
- Van Soest, P.J.,Robertson, J: B., Lewis, B.A., 1991. Method for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber and Nostarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74:3583-3597.
- Vance, P. C., Uhde-Stone, C., Allan, D., 2003. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytologist*, 157: 423-447.
- Vellaichamy M. 2016. Optimization of solid state fermentation process for gossypol detoxification in heat sterilized cottonseed cake by mixed fungal culture. *Intl. J. Food. Ferment. Technol.* 6 (1): 97-102.
- Villa, D. Y. G., Piccinelli, A. L., Russo, L., Landi, M., & Rastrelli, L. (2014). Antioxidant activity of phenolic compounds from whole cottonseed by-product. *Pharmacologyonline*, 1, 81-86.
- Waldroup PW, Kersey JH. Nutrient composition of cottonseed meal surveyed. *Feedstuffs*, 2002, 74:45.
- Wang, Y., Deng, Q., Song, D., Wang, W., Zhou, H., Wang, L., & Li, A. (2017). Effects of fermented cottonseed meal on growth performance, serum biochemical

- parameters, immune functions, antioxidative abilities, and cecal microflora in broilers. *Food and Agricultural Immunology*, 28(4), 725-738.
- Watkins, S.E., Saleh, E.A., Waldroup, P.W., 2002. Reduction in dietary nutrient density aids in utilization of high protein cottonseed meal in broiler. *J. Poult. Res.*, 1, 53–58.
- Wedegaertner, T., & Rathore, K. (2015). Elimination of gossypol in cottonseed will improve its utilization. *Procedia Environmental Sciences*, 29, 124-125.
- Wellmann, K.T., 2007. Farklı düzeylerde kullanılan pamuk tohumu küspelerinin etlik piliçler üzerine etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), 42s, Aydın.
- Wu XY, Chen JX. 1989. The utilization of microbes to break down FG in cottonseed meal. *Sci. Agricult. Sinica* 22, 82–86.
- Xiong JL, Wang ZJ, Miao LH, Meng FT and Wu LY. 2016. Growth performance and toxic response of broilers fed diets containing fermented or unfermented cottonseed meal. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 25: 348–353.
- Yang, A., Larsen, T., Smith, S., & Tume, R. (1999). $\Delta 9$ desaturase activity in bovine subcutaneous adipose tissue of different fatty acid composition. *Lipids*, 34, 971–978. <https://doi.org/10.1007/s11745-999-0447-8>
- Yang, A., Qi, M., Wang, X., Wang, S., Sun, L., Qi, D., Zhu, L., Duan, Y., Gao, X., Rajput, S.A., Zhang, N. (2019). Refined cottonseed oil as a replacement for soybean oil in broiler diet. *Food science & nutrition*, 7(3), 1027-1034.
- Yehudi Coura de Assis, D. D., Pinto de Carvalho, D. G. G., Mauro Santos, D. E., Almeida de Oliveira, D. F., Garcia Melo Lopes de Araújo, D. M. L., dos Santos Pina, D. D., Alvarenga Santos, S., Marta de Almeida Rufino, L. (2019). Cottonseed cake as a substitute of soybean meal for goat kids. *Italian Journal of Animal Science*, 18(1), 124-133.
- Yiğit, M.F., 2017. Farklı Oranlarda Isıl İşlem Görmüş Pamuk Tohumu İçeren Konsantre Yem İle Beslenen Kıl Keçilerinin Yem Tüketimi, Canlı Ağırlık Değişimi, Süt Kompozisyonu ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni ABD, Yüksek Lisans Tezi, 78 sayfa, Kahramanmaraş.
- Yu, J., S. Yu, S. Fan, M. Song, H. Zhai, X. Li, and J. Zhang. 2012. Mapping quantitative trait loci for cottonseed oil, protein and gossypol content in a *Gossypium hirsutum* x *Gossypium barbadense* backcross inbred line population. *Euphytica* 187:191–201.
- Yuan, C., Song, H. H., Zhang, X. Y., Jiang, Y. J., Zhang, A. T., Azzam, M. M., & Zou, X. T. (2014). Effect of expanded cottonseed meal on laying performance, egg quality, concentrations of freegossypol in tissue, serum and egg of laying hens. *Animal Science Journal*, 85(5), 549–554.

- Zhang W, Xu Z, Sun J and Yang X. 2006. A Study on the Reduction of Gossypol Levels by Mixed Culture Solid Substrate Fermentation of Cottonseed Meal. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol. 19, No. 9: 1314 – 1321.
- Zhang WJ, Xu ZR, Zhao SH, Sun JY & Yang X. 2007. Development of a microbial fermentation process for detoxification of gossypol in cottonseed meal. *Animal Feed Science and Technology*, 135: 176-186.
- Zinn, R.A., Montano, M., Alvarez, E. ve Shen, Y., 1997. Feeding Value of Cottonseed Meal for Feedlot Cattle. *J. of Anim. Sci.*, 75:2317-2322.
- Zotte AD, Brand TS, Hoffman LC, Schoon K, Cullere M and Swart R. 2013. Effect of cottonseed oilcake inclusion on ostrich growth performance and meat chemical composition. *Meat Sci.* 93: 194 – 200.



7. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Ali CANIKLI
Doğum Tarihi ve Yeri : 05/04/1980
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
Telefon : 0 532 739 89 58
e-mail : canikliali@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	TOGÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni A.B.D.	2019
Lisans	Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Hayvansal Üretim Programı, Zootekni Bölümü	2004
Lise	Şarkışla Lisesi	1997