

HACCP Sistemi Uygulaması ile Fındık Küspesindeki Aflatoksinin Kontrolü

Sibel ÖZÇAKMAK^{1*}, Asya ÇETİNKAYA²

¹Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, Samsun, Türkiye

²Kafkas Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kars, Türkiye

Özet

Mikotoksin bulaşanlı yemlerin tüketilmesi hayvan ve insan sağlığı açısından potansiyel tehlike taşımaktadır. Yağa işlenen fındığın düşük kalitede ve direkt olarak tüketilemeyen özellikte olması yem endüstrisi ve gıda üreticileri açısından önemli problemlere yol açmaktadır. Fındık yağında aflatoksin miktarı genelde risk oluşturacak limitlerin altında olmakla beraber, fındık küspesinde aflatoksin riski söz konusu olabilmektedir. Küspenin, fındık püresi veya çikolata üretimi gibi bazı ürünlerde kullanımını engellemek, kontrol altına almak amacı ile Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı İl/İlçe Müdürlükleri tarafından risk esaslı denetimler ve HACCP denetimleri yapılmakta ve belirli plan çerçevesinde numuneler alınıp piyasa kontrolleri yürütülmektedir. Bu makalede, ham yağ prosesinde HACCP sisteminin temel prensipleri değerlendirilmiştir. Çalışmada, ön gereksinim, operasyonel ön gereksinim ve kritik kontrol noktaları (KKN) tehlike ve risk analizi ile belirlenmiştir. Değerlendirmede, tehlikenin risk sınıfı, belirlenen tehlike için karar ağacı sorularına karşılık gelen yanıtlar göz önünde bulundurulmuştur. Buna göre; hammadde kabul, hammadde silo ve küspe silolarına alınmadan önce uygulanan ısıtma işlem basamakları KKN olarak tespit edilmiştir. Operasyonel işlem gerektiren aşamalar için kontrol planları oluşturulmuştur.

Anahtar kelimeler: Fındık küspesi, HACCP, aflatoksin.

The control of aflatoxins in hazelnut oil meal by the application of HACCP principles

Abstract

The consumption of mycotoxin-contaminated feeds involves a potential hazard for the animal and human health. As the hazelnut processed for oil production is of poor quality, and not directly consumed, it creates important problems for the feed industry and food producers. Though the aflatoxin risk in hazelnut oil is lower than the

* Sibel ÖZÇAKMAK, e-mail: sss_hazel@hotmail.com, damla-damla49@hotmail.com

detectable limit levels, the hazelnut oil cake could still carry some risks of aflatoxin contamination. In order to prevent , and control the use of oil cake in production of such products as hazelnut paste or chocolate, the Provincial/Sub-provincial Directorates under the Ministry of Food, Agriculture and Husbandry perform a number of risk based controls and HACCP controls, and take samples and go on the onsite market checks within the framework of a certain plan. This article evaluated the basic principles of the HACCP system on the raw oil production process. The hazard and risk analysis was used to determine the Prerequisites, Operational Prerequisites and the Critical Control Points (CCP). In evaluation was taken into account the hazard risk class, and the decision tree answers for the determined hazards. In this context, the CCP's were determined as the heat processing steps applied before the raw material acceptance, raw material bins and oil cake bins. A number of control plans were developed for the steps that need operational processing.

Keywords: *Hazelnut oil meal, HACCP, aflatoxin.*

1. Giriş

Türkiye dünyanın en önemli fındık üretici ülkesinden biri olup , son yıllarda üretimimiz azalmış olmakla birlikte yine de dünya fındık üretiminin yaklaşık % 70' i tek başına Türkiye tarafından gerçekleştirilmektedir. Türkiye’de ve Dünyada çerez olarak da tüketilen fındığın % 90'a yakın kısmı kavrulmuş, beyazlatılmış, kıyılmış, un ve püre halinde çikolata, bisküvi, şekerleme sanayinde, tatlı, pasta ve dondurma yapımı ile yemek ve salatalarda kullanılmaktadır [1. Bunun yanında fındık ham yağı rafine edilerek yemeklik yağ olarak , fındık küspesi ise yem sanayisinde ham madde olarak kullanılmaktadır. Fındık küspesi, iç fındığın, çeşitli yağ çözücülerini ile çözülerek (ekstraksiyon) veya ekspeller veya adi presle sıkılarak yağı alındıktan sonra geriye kalan kısmıdır [2]. Özellikle protein kaynağı açısından [yaklaşık %40]zengin olan fındık küspesinin , süt sığırlarında, balık yemlerinde, etlik piliç rasyonlarında ve küçük baş hayvanları üzerinde büyüme, vücut kompozisyonu, ağırlık artışı gibi etkileri üzerinde yapılan bazı araştırmalarda, alternatif bitkisel yem hammaddesi olarak kullanılabilirliği ortaya konmuştur [1,3,4].

Fındık üretiminin bol olduğu yıllarda veya iç piyasa satışından artan iç fındıklar, bozulmamış olmaları koşuluyla, yağ üretiminde kullanılırdı [5]. Ancak son yıllarda üretim ve aynı zamanda verim düzeyinin azalması ile birlikte, kötü kalitede dış satım olanakları bulunmayan, kötü kalitede kabuklu fındıklar, yağ işlemede kullanılmaktadır [6]. Yağ endüstrisinde kullanılan yağlı tohumlar, özellikle aflatoksin başta olmak üzere mikotoksin oluşumu için en riskli gıda grubu arasındadır. Depolama boyunca küf gelişimini etkileyen en önemli faktörler, depolama sıcaklığı, nem içeriği, oksijen varlığı ve gaz kompozisyonudur. Sıcak ve nemli hava şartlarında depolama, mikotoksin üretimi ile sonuçlanabilir. Yağlı tohumlarda dominant küf gelişimi, *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. niger* ve *Rhizopus* spp. olarak bilinmektedir [7]. Küfler tarafından üretilen mikotoksinlerden olan aflatoksinler ürünlerde önemli miktarlarda kalite ve ekonomik kayıplara neden olmakta ve insan sağlığına zarar vermektedirler [8]. Aflatoksin (B₁, B₂,G₁ ve G₂), *A. flavus* ve *A. parasiticus* tarafından üretilen yapısal olarak toksik etkili bileşikler grubudur. AFB₁, en yaygın genotoksik ve kanserojen olarak bilinen metabolittir. AFB₁ ve B₂' nin oksidatif metabolik ürünleri AFM₁ ve

AFM₂ olup, hayvanların sütlerine geçebilmektedir. Aflatoksinlerin bir kısmı ham yağ işleme prosesi boyunca ham yağ ve küspeye geçebilmektedir [9].

Yağlık tohumların işlenmesine kullanılan operasyon, tohumdan aflatoksinleri olabildiğince uzaklaştırmayı sağlamalıdır. Ham yağda aflatoksin oranı, hammaddenin kalitesi ve rafinasyon teknolojisine bağlıdır. Aflatoksinler rafinasyon prosesinden sonra tespit edilmemiştir. Öte yandan ham yağ ve ekstraksiyon prosesi aşamalarında bulunma riski vardır. Fındık yağı işlem basamaklarında mikotoksin bulaşan riski üzerine yapılan bir araştırmada [2], ham yağda 0.94, ekstraksiyon çıkışında 0.61, nötralizasyon, ağartma, deodorizasyon ve rafinasyon işlemleri çıkışında <0.15 ng/g düzeylerinde AFB₁ tespit edilmiştir. Son üründe aflatoksin miktarı standart limit değerlerin (5 ng/g) altında olmasına rağmen, ham yağ ve ekstraksiyon çıkışında tespiti , küspeye kalıntı olarak geçişinin de mümkün olacağını göstermektedir. Rafine fındık yağında AF'lerin büyük bir kısmı nötrleştirme ile elemine edildiği , alkali muamelesinden sonra elde edilen sabun stoğunda tutulmasını sağladığı belirtilmiştir [10].

Mikotoksin ile bulaşık olan yem ve gıda maddeleri ile beslenen hayvan ve insanlarda latent, akut, sub-akut veya kronik karakterde mikotoksikozislere neden olmaktadır. Gıda ve Yem için Hızlı Alarm Sistemi (RASFF), gıda ve yem zincirinde insan sağlığı ile ilgili riskler saptandığında ve ilgili ürünün alıkonması, geri toplatılması, el konması ve reddedilmesi gibi önlemler alındığında, yetkili otoriteler arasında bilgi değişimini sağlar. AB ülkeleri arasında dolaşan ürünlerde mikotoksinlerden kaynaklanan geri dönüşler ve bu ürünlerin hangi ülkelerden geldiği günlük rapor halinde RASFF sisteminde duyurulmaktadır. Türkiye'den AB ülkelerine gönderilen bitkisel ürün partilerinden mikotoksinler nedeni ile uygun olmayan partilerin büyük çoğunluğu aflatoksinine aittir [1]. Gıda ve yemlerdeki aflatoksinlerin maksimum bulaşanları limitleri çok yakından izlenmeli ve işletmelerde gıda güvenliği yönetim sistemleri oluşturularak piyasaya arzdan önce mutlaka analize tabii tutulmalıdır.

Gıda ürününün veya gıdaya kontak eden ambalaj malzemesinin farklı üretim aşamalarında olabilecek hataların ve bunların yol açabileceği potansiyel sağlık tehlikelerinin (fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik) belirlenmesi, tehlikelerin son ürüne geçmesini önleyici faaliyetlerin oluşturulması, izlenebilirliğin sağlanması, yapılan işlemlerin etkinliğinin doğrulanmasını kapsayan “Tehlike Analizleri ve Kritik Kontrol Noktaları (HACCP; Hazard Analysis and Critical Control Points) sistemi”, en etkili gıda güvenliğini sağlayan entegre bir sistemdir [12].

Baş ve ark. (2004)'ün [13], 120 işletmede HACCP programına ve gıda firmalarında ön koşul programların oluşturulmasına bağlı olarak, gıda muhafaza uygulamalarını tanımlamayı amaçlayan çalışmada, sadece 8 firmanın HACCP uygulamalarını düzgün şekilde yürüttüğü, ilave olarak %7.3 ünün gıda depolanması, personel hijyeni ve temizlik ve dezenfeksiyon için yazılı prosedürler geliştirdiği tespit edilmiştir . 5996 sayılı gıda mevzuatının 29. maddesi 3. bendinde “Tehlike analizi ve kritik kontrol noktaları ilkelerine dayanan sistemin uygulanmasını gözden geçirmek , sistemde gerekli değişiklikleri yapmak ve bu değişiklikleri kayıt altına alma zorunluluğu” getirilmiştir [14]. Ham yağ prosesi üzerine etkin bir HACCP sistemi uygulanarak , aflatoksin tehlikesine karşı gerekli önlemlerin alınması ve yem güvenilirliği seviyelerinde ürün eldesi sağlanabilir. Bu makalede, yemlerin mikrobiyolojik ve mikotoksijenik yapısını etkileyen koşullar üzerine tehlike ve risk analizleri değerlendirilmiştir.

2. Ham fındık yağı üretimi ve fındık küspesi eldesi

Ham fındık yağı üretim prosesi 3 bölümden ve 31 üniteden oluşmaktadır: Operasyon, Presleme ve Ekstraksiyon. Fındıklar fabrikaya kabul edildikten sonra bunkerlere verilir ve daha sonra silolarda depolanır. Pres tavalarna alınmadan önce, manyetik ayırma uygulanır ve tohum kırıcıdan geçirilir. Ekstraksiyon prosesleri genellikle mekanik olarak (kaynatma, presleme veya hekzan gibi solventler kullanılarak) yapılmaktadır. Kaynatma işleminden sonra , sıvı yağ uzaklaştırılır; preslemeden sonra yağ filtrelerden geçirilir ve solvent ekstraksiyonundan sonra ham yağ ayrılır, solvent evapore edilir ve geri kazanıma gönderilir. Kalıntılar ezme-pullandırma-ekstraksiyon- miselladan hekzan destilasyonu-yağın ısıtılması-hekzanın uzaklaştırılması gönderimi ile uygun hale getirilir ve silolara alınır. Yan ürün olarak hayvan yem sanayiinde kullanılır (Şekil 1). Ham yağ, rafinasyon işlemlerinden (degumming, nötralizasyon, ağartma, deodorizasyon ve saflaştırma) geçirilerek rafine yağ eldesi sağlanır (15).

3. Ham yağ proses basamağı üzerinde HACCP prensiplerinin uygulanması

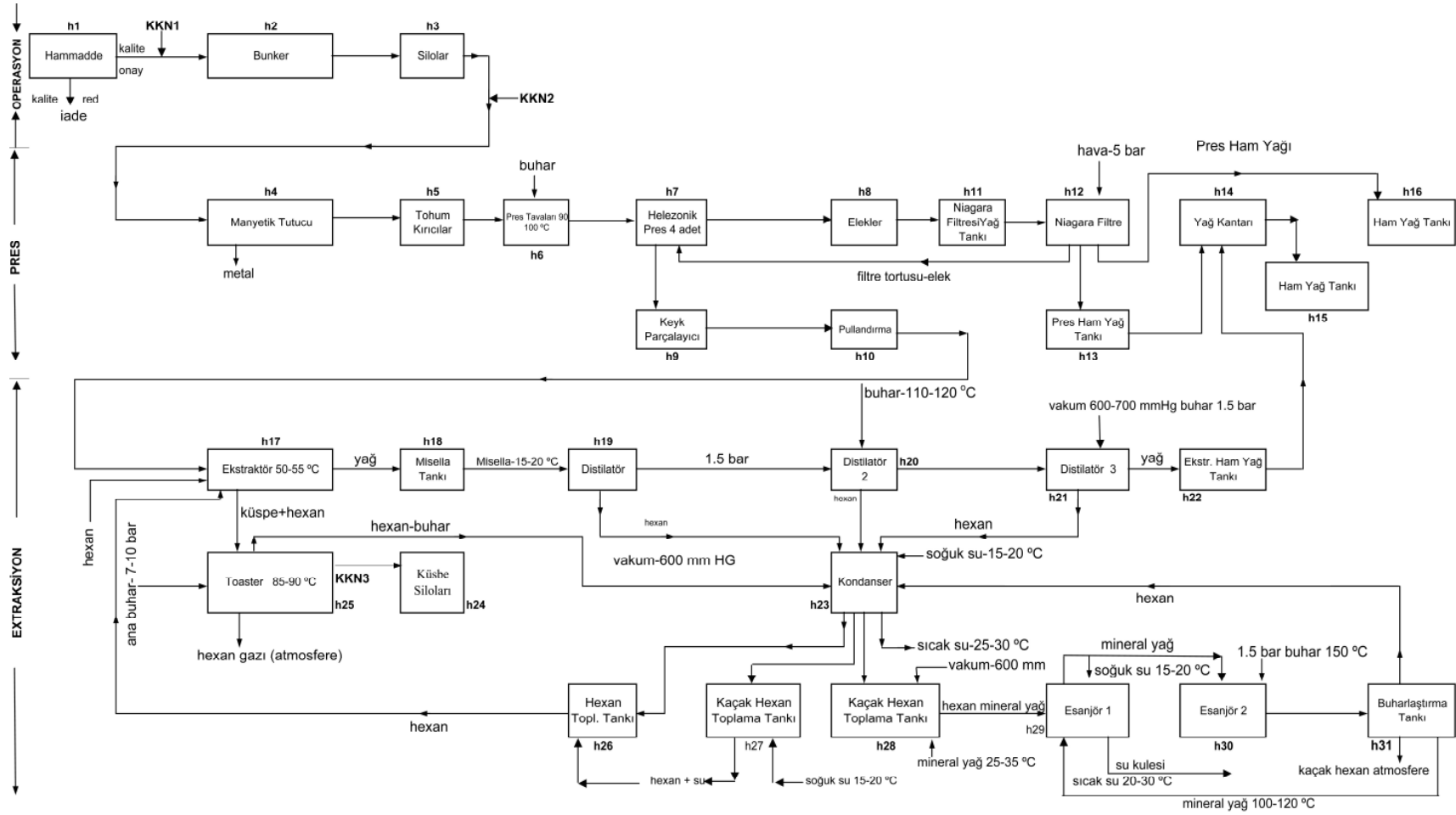
Çalışmada, ham yağ üretiminde küspe eldesi basamakları , hammadde kabul (tedarikçi zinciri) dahil olmak üzere ön gereksinim programları ve HACCP sisteminin uygulanması amaçlanmıştır. Bunun için, HACCP ekibi oluşturulduktan sonra, ön gereksinim programları belirlenerek, ürün tanımlanmıştır., Daha sonra, akış şeması hazırlanarak, bu şemaya göre, tehlikeler ve kontrol önlemleri belirlenmiş ve düzeltici-önleyici faaliyetleri ile doğrulama programları hazırlanmıştır. Son olarak da, ISO 9001:2008 Kalite Yönetim Sistemi ve ISO 22000 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi şartları öngörülerek prosesler incelenmiştir [16, 17].

3.1. HACCP ekibinin oluşturulması

Gıda Güvenliği konusunda uzman olan ve sistemin islenirliği için gerekli idari ve teknik uygulama konularında sistem güvenliğini temin edebilecek gıda güvenliği yönetim sistemleri konularında çeşitli eğitimler almış bir ekip tarafından yürütülmelidir. Genel Müdürün liderliğinde, Kalite Güvencesinden Sorumlu Gıda Mühendisi, Ham yağ üretim şefi, Laboratuvar Sorumlusu olmak üzere 4 kişiden oluşturulmuştur.

3.2. Ön Gereksinim /Operasyonel Ön Gereksinim Programlarının Tanımlanması

Ön Gereksinim Programı (ÖGP), Gıda zinciri boyunca gerekli hijyenik ortamı sağlayarak uygun bir üretim yapmak, son ürünün güvenli bir şekilde hazırlanmasını sağlamak ve insan tüketimi için güvenli gıdalar sunmak için temel koşullar ve faaliyetleri kapsamaktadır. Operasyonel Ön Gereksinim Programı (OP ÖGP), olası gıda güvenliği tehlikelerini ve/veya üründe ya da proses ortamında gıda güvenliği tehlikelerinin kontaminasyonu veya çoğalmasını kontrol altına almak için zorunlu olduğu tehlike analizleriyle tanımlanan ön gereksinim faaliyetlerini içerir. Proses basamakları üzerinde belirlenen ÖGP basamakları; H1-21: Fiziksel tehlike, H22: Fiziksel ve Kimyasal tehlikeler için olmuştur. OP ÖGP basamakları; H2: Biyolojik tehlike, H5: Biyolojik tehlike, H6: Kimyasal tehlike, H25: Kimyasal ve Biyolojik tehlikelerde olmuştur (Çizelge 2) .



H1: Hammadde alımı H2: Bunker H3: Silo H4: Mağnetik tutucu H5: Tohum kırıcı H6: Pres tavaları
 H7: Helezonik pres H8: Elekler H9: Keyk parçalayıcısı H10: Pullandırma H11-H12: Niagara filtresi
 H13: Pres ham yağ tankı H14: Yağ kantarı H15-16: Ham yağ tankı H17: Ekstraktör H18: Misella tankı
 H19-21: Distilatör H22: Ekstrakte edilen ham yağ tankı H23: Kondanser H24: Toaster H25: Küspe siloları
 H26: Hexan toplama tankı H27-28: Kaçak hexan toplama tankı H29-30: Eşanjör 1 ve 2 H31: Buharlaştırma tankı

Şekil 1. Ham yağ ünitesi akış şeması

3.3. Ürün tanımlanması

Fındık küspesi, “palamutgiller (*Betulaceae*) familyasının (*Corylus* sp) türüne giren fındık meyvaları içlerinin çeşitli yağ çözücüler ile çözülerek (ekstraksiyon) veya ekspeller yahut adi presle sıkılarak yağı alınmış kalıntılar” olarak tanımlanmıştır [18].

3.4. Amaçlanan kullanımın tanımlanması

Proteince zengin olan fındık küspesi (%34.6 -42.7), bitkisel kaynaklı protein ek yemi olarak karma yem rasyonlarında kullanılması. Fındık küspesine ait ürün tanım bilgileri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Fındık küspesi ürün tanımı

Firma adı	Fındık küspesi ürün tanımı
Ürün adı	Fındık küspesi
Ürün tanımı	Fındığın yağları alındıktan sonra geriye kalan kısmıdır.
Kullanılan hammaddeler	Fındık
Ürünün fiziksel standartları	Yabancı madde: Maksimum % 1
Ürünün kimyasal standartları	Kuru madde: Minimum :% 85 Ham kül: Maksimum %9 Nem: Maksimum % 12 Ham protein: Minimum % 35 Eter ekstrakt: Maksimum % 4.4 Ham Selüloz: Maksimum % 12 Ham yağ: Maksimum %9 Azotsuz Öz Madde: Minimum %34.50 Nötral deterjan fiber: Maksimum % 17 Asit detrjan fiber: Maksimum % 14 Aflatoksin B ₁ : Maksimum 20 ppb
Ambalaj materyali, Ambalaj miktarı	Polietilen, 500 gr
Amaçlanan kullanım şekli	Hayvan yem maddesi
Raf ömrü	1 yıl
Depolama şekli	Serin, havadar, kuru yerlerde, altına ızgara konularak, direk güneş ışığından uzak, 10 paketten fazla olmayacak şekilde depolama.
Taşıma şekli	
Satış yerleri	Yem satış bayileri
Etiket bilgileri	Yem İşletme Kayıt no: TR-34-K-000002 Üretim Tarihi: 18.12.2014 Parti No: Üretim Tarihidir. Ambalaj üreten firma İşletme Kayıt No: TR-18-K-000001 NET: 500 g
Referanslar	KNT, 2004; YB, 2014.
Hazırlayan	Onaylayan

Çizelge 2. Ham yağ proses aşamaları tehlike ve risk değerlendirme analizi

Proses No	Proses Tanımı	Tehlikeye Neden Olan Faktörler (Fiziksel (F), Kimyasal (K), Biyolojik (B))	Olasılık	Şiddet	Risk Sınıfı	Ön Soru: Bu tehlike sadece Ön Koşul Programları ile önlenilebilir mi?	Soru 1. Belirlenmiş tehlike için koruyucu önlemler var mı?	Soru 2. Bu basamak tehlikenin meydana gelme olasılığını ortadan kaldırmak veya kabul edilebilir bir seviyeye indirmek için özel olarak mı tasarlanmıştır?	Soru 3. Bu basamakta önemli bir risk görülebilir mi? Risk Kabul edilemez düzeylere gelebilir mi? (Bu tehlike gıda/yem güvenliğini etkileyebilir mi?)	Soru 4. Sonraki bir basamak tehlikeyi önüyor veya ortadan kaldırıyor mu?	ÖGP/OP ÖGP/ KKN	Önleyici Faaliyetler/Kontrol Önlemleri
Hamyağ Prosesi												
H1	Hammadde	F-Yabancı madde, çürük, küflü, bezik, limonlaşmış, haşlak fındık	2	3	6	E					ÖGP	Görsel kontrol,yab.madde eleği, seçme-ayıklama
		K-Yüksek nem, Aflatoksin,pestisit,ağır metal kalıntısı	4	4	16	H	E	H	E	H	KKNK1	Şartnameler uygun ürün satınalmak, tedarikçi spesifikasyonu, aflatoksin ve pestisit analizi yaptırmak, kurutma işlemi
		B-Patojen mikroorganizma içerebilir.	4	4	16	H	E	H	E	H	KKNB1	Tedarikçi spesifikasyonu, Girdi kontrolü, Mikrobiyolojik analiz
H2	Bunker	F-Yabancı madde	1	2	2	E					ÖGP	Bunker kapağının kapatılması kontrolü, boşaltma esnasında kont.
		K-----										
		B-Yetersiz ekipman hijyeni nedeniyle patojen mikroorganizmalarla kontaminasyon	3	3	9	E	E					OP ÖGP
H3	Silolar	F- Siloda yabancı madde varlığı, böcek-kemirgen varlığı	2	3	6	E					ÖGP	Silo temizlik-dezenfeksiyon planı, pest kontrol
		K- Tane Nemi, Depo Nispi Nemi, Sıcaklık, Serbest yağ asitliği, Aflatoksin	3	4	12	H	E	H	E	H	KKNK2	İç fındıkların ısınmasını önlemek ve nispi nem düzeyini kontrol altına almak için havalandırma vebelli aralıklarla karıştırma yapılması
		B Küf üremesi ve patojen mikroorganizma kontaminasyonu	3	4	12	H	E	H	E	H	KKNB2	Silolara ilk giren ilk çıkar uygulaması, mikrobiyolojik kontrol.
H4	Manyetik Tutucu	F-Temizlenmemesi sebebiyle metal bulaşması	3	3	9	E					ÖGP	Elekler, mekanik filtreler, siklon ve filtre kont. Mıknatıslar
		K-----										
		B-----										

H5	Tohum Kırıncılar	F-Tohuma metal bulaşması	3	3	9	E						Elekler, mekanik filtreler, siklon ve filtre kont. Mıknatıslar
		K-----										
		B-Yetersiz ekipman hijyeni nedeniyle patojen mikroorganizmalarla kontaminasyon	3	3	9	E	E				OP ÖGP	Personel ve proses hijyen planlarına uyum.
H6	Pres Tavalan	F-Sürtünme ve paslanma nedeniyle metal bulaşması	2	3	6	E					ÖGP	Elekler, mekanik filtreler, siklon ve filtre kont. Mıknatıslar
		K-Hammaddenin yanması sonucu kanserojen madde oluşması	3	4	12	E	E				OP ÖGP	Prosesin kontrolü, tva sıcaklık ayarı, arıza durumunda tavanın boşaltılması.
		B-----										
H7,9,10	Helezonik Pres, Kırıcı ve Pullandırma	F-Sürtünme ve paslanma nedeniyle metal bulaşması	2	3	6	E					ÖGP	
		K-----										
		B-----										
H8	Elekler	F-Sürtünme ve paslanma nedeniyle metal bulaşması	2	3	6	E					ÖGP	Elekler, mekanik filtreler, siklon ve filtre kont. Mıknatıslar
		K-----										
		B-----										
H11	Niagara Filtre Tankı	F-Paslanma nedeniyle tanktan ham yağa metal bulaşması	2	3	6	E					ÖGP	Kalıntı izleme kalite planı
		K-----										
		B-----										
H12	Niagara Filtresi	F-Filtrenin olmaması durumunda yab.mad.	2	2	4	E					ÖGP	Temizlik ve bakım planları
		K-----										
		B-----										
H13	Pres Hamyağ Tankı	F-Paslanma nedeniyle tanktan ham yağa metal bulaşması	2	3	6	E					ÖGP	Kalıntı izleme kalite planı
		K-----										
		B-----										
H14	Kantar	F-Paslanma nedeniyle tanktan ham yağa metal bulaşması	2	3	6	E					ÖGP	Kalıntı izleme kalite planı
		K-----										
		B-----										

H15-16	Hamyag Tankı	F-Paslanma nedeniyle tanktan ham yağa metal bulaşması	2	3	6	E					ÖGP	Kalıntı izleme kalite planı
	Girdi Hamyag	F-Yabancı madde,metal parçası v.b	2	3	6	E					ÖGP	Kalıntı izleme kalite planı
		K-Gübre, ağır metal, pestisit, benzopiren, aflatoksin ve hekzan kalıntısı	4	3	12	H	E	H	E	E	ÖGP	Kalıntı izleme kalite planı
		B-Hamyag kaynaklı mikrobiyal gelişme	2	2	4	E					ÖGP	Kalıntı izleme kalite planı
H17	Ekstraktör	F-----										
		K-Yetersiz destilasyon yapılması nedeniyle yağda hexan kalması	3	4	12	E					ÖGP	Kalıntı izleme kalite planı, hamyag hexan analiz izleme
		B-----										
H18	Miscella Tankı	F-Paslanma nedeniyle tanktan ham yağa metal bulaşması	3	2	6	E					ÖGP	Kalıntı izleme kalite planı
		K-----										
		B-----										
H19,20,21	Distilatör 1,2,3	F-Paslanma nedeniyle tanktan ham yağa metal bulaşması	3	2	6	E					ÖGP	Kalıntı izleme kalite planı
		K- Yetersiz destilasyon yapılması nedeniyle yağda solvent kalması	3	4	12				E	E		Kalıntı izleme kalite planı, hamyag hexan analiz izleme
		B-----										
H22	Ekstrakte Edilen Hamyag Tankı	F-Paslanma nedeniyle tanktan ham yağa metal bulaşması	3	2	6	E					ÖGP	Kalıntı izleme kalite planı
		K-Yetersiz destilasyon yapılması nedeniyle yağda solvent kalması	3	2	6	E					ÖGP	Kalıntı izleme kalite planı, hamyag hexan analiz izleme
		B-----										
H23	Kondanser	F-----										
		K-----										
		B-----										
H24	Toaster	F-										
		K- Rutubet, Asitlik, Aflatoksin kalıntısı	4	4	16	H	E	H	E	H	KKNK3	Kalıntı izleme kalite planı, nem ve asitlik kontrolü
		B- Termofilik bakteri sayısı, maya-küf sayısı	4	4	16	H	E	H	E	H	KKNB3	Mikrobiyolojik analiz planı

H25	Küspe Silosu	F-										
		K- Rutubet, Asitlik, Aflatoksin kalıntısı	4	3	12	E	E				OP ÖGP	Kalıntı izleme kalite planı, nem ve asitlik kontrolü
		B- Termofilik bakteri sayısı, maya-küf sayısı	4	3	12	E	E				OP ÖGP	Mikrobiyolojik analiz planı
H26-28	Hegzan-Kaçak Hegzan Toplama Tankı	F-----										
		K-----										
		B-----										
H29-30	Eşanjör 1-2	F-----										
		K-----										
		B-----										
H31	Buharlaştırma Tankı	F-----										
		K-----										
		B-----										

3.5. Akış şemasının oluşturulması ve doğrulanması

Ham yağ üretim prosesi (Şekil 1) üzerinde küspe eldesi gösterilmiştir. Üretim esnasında tesis içerisinde akış şeması doğrulanmış ve herhangi bir sapma gözlemlendiğinde, orjinal akış şeması revize edilmiştir.

3.6. Potansiyel tehlikelerin listelenmesi , tehlike analizinin yapılması ve kontrol önlemleri [Tehlike analizi-Prensip-1]

Hammadde kabulden, depolama ve dağıtıma kadar her bir proses basamağı için ortaya çıkması muhtemel tüm biyolojik , fiziksel ve kimyasal tehlikeler belirlenmiştir. Belirlenen her tehlikenin oluşturabileceği riskin şiddeti ve oluşma sıklığı göz önüne alınarak tehlike analizi “Risk Değerlendirme Çizelgesi” yapılmıştır (Çizelge 2).

3.7. Kritik kontrol noktalarının belirlenmesi [KKN’ler-Prensip-2]

Kontrol önleminin gerekli olup olmadığı ilgili sorulara verilen Evet/Hayır cevabına göre belirlenmiştir. Kontrol tipi; risk puanı 0-6 arasında ve ön soruya verilen cevap “E” ise “Ön Gereksinim Programı (OGP)” , risk puanı 7-13 arasında ve sorulara sırasıyla E-E olduğunda , “Operasyonel Ön Gereksinim Programı (OP OGP)” , risk puanı 14 ve üstü ve sorulara verilen cevap sırasıyla H-E-H-E-H ise “KKN” olarak tanımlanmıştır. Aflatoksin bulaşanı açısından bakıldığında: siloda depolama ve küspe silolarına alınmadan önceki son işlem olan ısıtma aşamaları “KKN” olarak değerlendirilmiştir. Risk değerlendirme tablosunda bir sonraki aşamaya geçişi, kontrol edilebilir veya önlem alınabilir tehlikeler için Operasyonel Ön Gereksinim Programları (temizlik-sanitasyon, pest kontrol, personel hijyeni, satın alma, bakım gibi) olarak düşünülmüştür. Karar ağacı, akış diyagramında tanımlanan her proses basamağı için uygulanmış, aflatoksin bulaşanı tehlikesi dikkate alınarak değerlendirilmiş ve 3 işlem basamağı; Hammadde Kabul: H1, Silo: H3 ve Isıl İşlem: H24, KKN olarak (olasılık x şiddet ≥ 14) değerlendirilmiştir (Çizelge 2).

3.8. Kritik Kontrol Noktalarındaki Kritik Limitlerin Belirlenmesi Ve İzleme Prosedürlerinin Oluşturulması (Prensip-3 ve 4)

Kritik kontrol noktasında, neyin kontrol edilmesi gerektiği, kontrol yöntemi ve kritik limitler belirlenmiştir (Çizelge 3). Her bir KKN’de yapılan gözlem ve ölçümler belirtilmiştir.

3.9. Düzeltici Faaliyetlerin Belirlenmesi (Prensip-5)

Her bir KKN için, kritik limitten sapma tespit edildiğinde, gecikmesizin hangi faaliyetlerin yapılması gerektiği belirlenmiştir (Çizelge 3)

3.10. Doğrulama Prosedürlerinin Belirlenmesi (Prensip-6)

HACCP sisteminin etkinliğinin değerlendirilmesi ve doğru uygulanıp uygulanmadığını teyit etmek için, KKN’da rastgele numune alınarak, analizler yapılır. Doğrulama prosedürleri, HACCP sisteminin ve sistem kayıtlarının tetkiki- proseslerin incelenmesi-kritik kontrol noktalarının kontrol altında tutulduğunun teyit edilmesi-kritik limitlerin geçerliliğinin teyit edilmesi-sapmaların ve ürün imhalarının incelenmesi; ürünle ilgili olarak uygulanan düzeltici faaliyetlerin incelenmesini kapsayacak şekilde hazırlanmıştır. Sistemde değişiklik söz konusu olduğunda belirlenmiş olan prosedürler güncellenmiştir. Hammadde alımı ve ısıl işlem ile ilgili doğrulama prosedürü Çizelge 3’de belirtilmiştir.

Çizelge 3. Kritik kontrol noktalarındaki limitler, izleme, doğrulama ve düzeltici faaliyet işlemleri

No	Aşama	Tehlike	Tehlikenin önlenmesi için alınan tedbirler	Kritik limitler	Kontrol metodu	Kontrol sıklığı	Doğrulama	Sorumlu/kayıt	Düzeltilici faaliyet
1	Hammadde	F-Taş, kabuk, ip, naylon, nemli, küflü, çürük, bezik, limonlaşmış fındık	Kurutma ve eleme	Max:% 12 rut. Max: %5 yab.madde	Nem ve yabancı madde analizi	Her araç girişi	Hammadde analiz raporu düzenlenir	Kalite Kontrol pers./Giriş kontrol formları	Yabancı madde alıcısında yeniden elenir. Nem kurutucuda kurutulur
		K-Aflatoksin, pestisit, ağır metal	Girişte onaylı ürün almak	Yapılan analiz sonuçlarının gıda kodeksine uygun olması	Aflatoksin pestisit, ağır metal analizi	Ham yağda ve küspede her ürün çıkışında	Hammadde analiz raporu düzenlenir. Tedarikçi spesifikasyonu ile karşılaştırılır	Akredite Lab./Akredite firma raporu	Harmanlama, metal tutucudan geçirme
		B- Küf Bulaşması	Eleme	Max 10 ⁴ kob/g küf	Küf analizi	Her araç girişi	Hammadde analiz raporu düzenlenir.	Kalite kontrol Pers./Giriş Kontrol formları	Eleme
2	Silo	F: Küflü, çürük, bezik, limonlaşmış fındık alımı K:Nemli tane, Aflatoksin bulaşması B: Küf bulaşması	Seçme-ayıklama, kurutma	Limonlaşmış tane: max %5-10 Küflü tane: Max %5 Bezik tane: Max %10-15 Nem:%8-12 Sıcaklık: max 20°C Toplam aflatoksin: En fazla 10 ppm Aspergillus spp.: Max 10 ⁴ kob/g	Yabancı madde, % Rutubet, Aflatoksin ve küf analizi	Haftada 1 kez	Ürün analiz raporu düzenlenir ve yapılanlar kayıt altına alınır. Yapılan kontrollerin doğru olup olmadığı belirlenir	Analiz izleme kontrol formları	Proses gözden geçirilir. Siloda nem artışı görüldüğünde havalandırma kontrol edilir. Sıcaklık ve nem ayarlaması yapılır. Depolama konusunda gerekli önlemleri almayan personel uyarılır ve personele eğitim verilir
3	Toaster (Isıl İşlem)	K: Rutubet, asitlik, aflatoksin B: Termofilik bakteri sayısı, Küf sayısı	Ürün sıcaklığının min 90 °C olması, homojen ısıtma için karıştırma	Min. 85 °C Max 100 °Cde ısıtma işlemi, küspe nem oranı max %12, max % 1,5 asitlik oleik asit cinsinden), Küf sayımı. 10 ² -10 ⁴ kob/g küf, Ekstrem termofil sayısı max 10 ³ kob/g	Mikotoksin analizi, %Asidite, %Rutubet	Her küspe silosuna verilmeden önce	Hammadde analiz raporu düzenlenir	Ürün analiz raporu	Proses gözden geçirilir, uygulanan sıcaklık ölçümü yetersiz ise yeniden ısıtma yapılır, numune alınarak kimyasal ve biyolojik tehlikeler ile ilgili analiz yapıp, limit değerlerle kıyaslanır

3.11. Dökümantasyon ve kayıt tutma (Prensip-7)

HACCP sisteminin iç tetkiki için verimli ve doğru bir kayıt tutma faaliyeti zorunludur. HACCP prosedürleri belgeleri (tehlike analizleri, kritik kontrol noktaları belirleme, kritik limit belirleme, revizyonlar gibi) HACCP ekip lideri ve işyeri yetkilisi tarafından imzalanmalıdır. Prosedürlerde belirtilen işlemlerin, fabrikasyonda uygulanan ile aynı olmasına dikkat edilmiştir.

4. Sonuç

Mikotoksinler ile kontamineli gıdaların detoksifikasyonu üzerine alternatif yöntemler (fiziksel yöntemler , termal inaktivasyon , ışınlama , çözücü ekstraksiyon , çözeltilen adsorpsiyon , mikrobiyal inaktivasyon ve fermantasyon gibi) olsa bile [19], gıdalarda beslenme ve duyuşsal nitelikleri üzerine istenmeyen etkileri nedeni ile fabrikasyon düzeyinde uygulanabilirliği henüz sağlanamamıştır. Bu yüzden, toksin oluşumunun önüne geçilen stratejiler ön plana çıkmaktadır. HACCP uygulamaları ile insan ve hayvan sağlığı üzerine olumsuz etki edebilecek her türlü fiziksel, kimyasal ve biyolojik tehlikeler belirlenerek gıda ve yem güvenilirliği garanti altına alınmış olur [20].

Çizelge 2 ve 3’de fındık küspesinde aflatoksin kontrolü amacı ile tehlike ve risk analizi ve kritik kontrol noktalarındaki limitler, izleme, doğrulama ve düzeltici faaliyetler gösterilmiştir. Fındık küspesinde küf gelişmesi ve buna bağlı olarak aflatoksin problemi, görüldüğü üzere HACCP sistemi ile çözülebilmektedir. Belirlenen KKN ve ÖGP/OP ÖGP gerektiren noktalarda gerekli analizler ve izlenebilirlik-düzeltilici önleyici faaliyetler uygulanarak, detoksifikasyon işlemlerine gerek duyulmadan biyolojik tehlike oluşturabilecek etkenler kontrol altına alınabilmektedir. Böylece, yasal limitlerin altında güvenilir ürünün piyasaya arzı sağlanmış olacaktır.

Kaynaklar

- [1]. Bilgin, Ö., Türker, A. and Tekinay, A.A, The use of hazelnut meal as a substitute for soybean meal in the diets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, 31 (3): 145-151, (2005).
- [2]. Çetintaş, G., Fındık yağı işleme aşamalarında kalite kriterlerinde ve aflatoksin konsantrasyonunda olan değişimler, **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Blm Dalı Yüksek Lisans Tezi** , 56-61, Isparta, (2005).
- [3]. Sarıçiçek, B.Z., Protected (by-pass]protein and feed value of hazelnut kernel oil meal, **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, 13: 317-322 , (2000).
- [4]. Özen, N. ve Ocak, N., Fındık Yan Ürünlerinin Hayvan Beslemede Kullanılma Olanakları, **5.Ulusal Hayvan Besleme Kongresi (30 Eylül-3 Ekim, Çorlu-Tekirdağ)**, 5-15, (2009) .
- [5]. Atalayoğlu, G. ve Çakmak, M.N., Pullu sazan (*Cyprinus carpio* L.1843) yemlerinde fındık küspesinin kullanılma olanaklarının araştırılması. **Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 22 (2): 71-78, (2010).
- [6]. Doğan, G. ve Bircan, R., Balık yemlerinde alternatif bitkisel protein kaynağı olarak fındık küspesi kullanımı. **Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 2: 49 -57, (2010).

- [7]. Moss, M.O., Recent studies of mycotoxins. **Symposium series (Society for Applied Microbiology)**, 1467-4734, (1998).
- [8]. Özçakmak, S. ve Dervişoğlu, M., Fındıkta aflatoksin oluşumuna etkili faktörler, Avrupa Birliği'nin limit değerleriyle ilgili düzenlemeleri ve Türk fındığının ihracatına Etkileri, *Gıda*, 32 (1): 33- 40, (2007).
- [9]. Goldblat LA and Dollear FG: Detoxification of contaminated crops. *Mycotoxins in Human and Animal Health*, 139-148, (1977).
- [10]. Parker, W. and Melnick, D., Absence of aflatoxin from refined vegetable oils. **Journal of American Oil Chemist's Society**, 43, 635-636 , (1966).
- [11]. Tiryaki, O., Seçer, E. ve Temur, C., Yemlerde mikotoksin oluşumu, toksisiteleri ve mikotoksin kalıntı analizleri, **Anadolu Journal of Agricultural Science**, 21 81), 44–58 , (2011).
- [12]. Ergönül, B. ve Günc, P., Tüketilebilir bitkisel sıvı yağ üretim hattında HACCP sisteminin uygulanması. **3. Gıda Mühendisliği Kongresi, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Kitapları**, 311-320, Ankara, (2003).
- [13]. Baş, M., Ersun, A.S., ve Kıvanç, G., Implementation of HACCP and Prerequisite Programs in Food Business in Turkey. **Food Control**, 17, 118-126, (2004).
- [14]. RG, 2010., Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu, Kanun No: 5996, Kabul No: 11/06/2010. Resmi Gazete Sayısı: 27610. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/06/20100613-12.html>, (2014).
- [15]. Anonim, 2012., Ham fındık yağı üretim prosesi. <http://forum.gidagundemi.com/findik-yagi-uretimi-t23520.html>, 2014.
- [16]. GTHB., **Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı HACCP İç Tetkik Eğitimi Eğitim Notları**, 20-24 Ekim, Çorum, (2014).
- [17]. TSE., Türk Standartları Enstitüsü, **Gıda Güvenliği Yönetim Sistemleri-ISO 22000 Uygulama Kılavuzu TS ISO/TS 22004** , (2006).
- [18]. Ocak, N., Erener, G., ve Sarıççek, B.Z., Protein Kaynağı Olarak Fındık Küspesi, **Yem Magazin Dergisi**, 2 (9), 18-22 , (1994).
- [19]. Şen, L., ve Nas S., Fındık ve Antepfıstığının Mikotoksin Problemi. **Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi**, 5 (1), (49-56), 2010
- [20]. Heperkan, D., Fındık İşlenmesinde Kritik Kontrol Noktaları ve Tehlike Analizleri. **Gıda** 21(3), 169-173, 1996