

Türkiye 'nin Tarımsal Ürün ve Bölgelerine Göre Dominant Mikoflora Dağılımları ve Mikotoksin Profilleri ¹

R. Şeminur Topal ²

Özet:

Bu çalışma; 73 farklı çeşit gıda ve tarımsal ürününden oluşan, toplam 2000 dolayındaki örneğin taranması sonuçlarına göre yapılan değerlendirmeyi kapsamaktadır. Örnekler, Türkiye 'nin dokuz tarımsal bölgesindeki 34 farklı ilinden sağlanmış olup, fungal ekofloramızın ve olası risklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çeşitli ürünlerde yapılan küf saflaştırma ve tanımlamasına ilişkin çalışmalar sonucunda, duplikasyonlar elendikten sonra, 162 farklı çeşit küften oluşan, farklı cins ve türdeki toplam 1977 izolat üzerinden değerlendirmeye gidilmiştir. İzolatlar arasından potansiyel mikotoksin üreticisi konumundaki 40 farklı küf cinsinden oluşan, toplam 1317 türde, 31 farklı mikotoksin standardına göre tarama gerçekleştirilmiştir. Bu projenin sonucunda toplam 4971 kalitatif taramanın değerlendirilmiş sonuçları, özetlenerek tartışılmıştır. Laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen bu taramada, kültürlerin %32.5'i mikotoksik karakter açısından "pozitif", %65'i de "negatif" sonuçlar vermiş ve %2.5 oranındaki küf izolatı da "şüpheli pozitif" olarak belirlenmiştir. Gıdalardan ve tarımsal ürünlerden ayrılarak tanımlanan küflerin, farklı türlerine göre "potansiyel üreticisi" olabilmesi olasılığı ile taranan 31 mikotoksin standardından, pozitif sonuçları belirlenen 19 ayrı mikotoksin; Aflatoksin (B₁, B₂), Alternariol monometileter (AME), albertoksin, sitrinin, siklopiazonik asit, fumigillin, griseofulvin, HT-2 toksin, malformin A, mikofenolik asit, neosolaniol, patulin, penisillik asit, penitrem A, PR toksin, rokuefortin C, sterigmatosistin, T-2 toksin olarak saptanmıştır. Potansiyel üretici konumundaki diğer izolatların, MA and DRBC agar ortamında kültüre alınarak, laboratuvar koşullarında ve ilgili diğer standartlarına karşı yapılan mikotoksin taramalarında, pozitif sonuç belirlenmemiştir.

Çalışmanın sonucunda; saptanan dominat küf florası ve mikotoksin üretebileme potansiyeli, her bir tarımsal bölgemize göre ayrı ayrı tartışılmıştır. Buna göre ülkemiz açısından sıklığı bakımından "rokuefortin" ve "sterigmatosistin" en önemli iki mikotoksin olup, özellikle bu riskleri taşıyan bölgeler; Merkezi Kuzey Anadolu, Ege, Marmara, Akdeniz, Kuzey Doğu Anadolu, Güney Doğu Anadolu, Karadeniz, Merkezi Doğu Anadolu, Merkezi Güney Anadolu bölgeleridir. Siklopiyozonik asit Marmara, penitrem A Karadeniz, mikofenolik asit Merkezi Güney Anadolu tarımsal bölgemiz açısından risk oluşturmaktadır. Bunun yanında Kuzeydoğu Anadolu tarımsal bölgemiz açısından sterigmatosistin, penisillik asit ve patulin en riskli mikotoksinler olarak belirlenmiştir. Türkiye'nin tüm tarımsal bölgeleri için saptanan dominat küf

¹ Bu çalışma "British Food Journal" 'da yayına kabul edilmiş, 1. Ulusal Mikotoksin Sempozyumunda tebliğ edildi ve ilgili kitapta kısmen yer almıştır.

² Prof. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik Anabilim Dalı Davutpaşa Kampusu, A 110, 34201 Merter İstanbul. Yazışmalardan sorumlu yazarın E-posta adresi seminur@yildiz.edu.tr

florası baz alınarak, belirlenen mikotoksin profili açısından, en riskli örnekler ve bölgeler ayrıntıları ile saptanmıştır. Bu geniş tarama sonuçlarına ilişkin ayrıntılar, sunum esnasında özetlenerek tartışılacaktır. Çalışmaya baz oluşturan tüm küf izolatları ile, bir başka proje çalışması kapsamında TÜBİTAK-MAM'da, bir kültür koleksiyonu oluşturulup, sistematik arşivlemesi de yapılarak, koruma altına alınmış ve hazırlanan katalog ile, uluslararası kültür koleksiyonları ağına katılım için uygun hale getirilmiştir.

Giriş

Mikotoksinler; küflerin ürettikleri ikincil karakterli metabolitler olup, çeşitli risklerle tehlike kaynağı oluşturmaktadırlar. Bunlar; sağlık kayıpları, kalite kayıpları ve ekonomik açılarından karşılaşılabilen riskler olarak özetlenebilmektedir.

Küfler ve mikotoksinleri bu risklere bağlı bazı akut veya kronik sorunlar yaratabilirler. Karsinojenik, teratojenik (embriyonal zararlanmalar), tremorgenik (titreme ve refleks kayıpları sorunları), hemoraljik (doku ve organlarda kanama sorunları), dermatitik (deride lezyonlar), hepatoksik (karaciğer zararlanmaları), nefrotoksik (böbrek sisteminde zararlanmalar), nörotoksik (sinir sistemi zararlanmaları) vb. sağlık sorunları bu olumsuzluklara örnekler olarak sayılabilmektedir. Ayrıca ölüme sebep olabilen akut riskler taşımaktadırlar. Mikotoksinler; yetiştirme sürecinde, doğrudan hasat sırasında, işleme sırasında, işlemeyi izleyen evrede ya da depolama evresinde, gıdalara bulaşabilir veya gıdalarda gelişebilirler. Hayvanlar da toksin riskinin bulaşması bakımından doğrudan tehlike taşıyan faktörler olabildiği gibi, yaşamdaki büyüme sürecinde veya tüketim esnasında doğal biyo-döngü ile bağlantılı olarak, toksik maddelerin tüketiciye geçişinde etken faktör olabilmektedirler (1).

Mikotoksin sentezlenme süreci, bulaşan küfün cinsine veya işleme - saklama koşullarına göre değişebilir. Mikolojik sorunların çeşitliliği; ülkelere, ekolojik bölgelere ve ürünün cinsine bağlı olarak değişebilir. Bu nedenle birçok ülke, kendi özgün küf floralarını ve bunlara bağlı sorunlarını belirlemekte ve eldeki verilere göre de çözümleri geliştirmek üzere araştırmalar yapmaktadırlar. Çalışmamızın planmasında bu temel yaklaşımla başlatılmış olan önceki ve NATO - SFS programından desteklenerek gerçekleştirilen ana proje temel hareket noktası olarak alınmıştır.

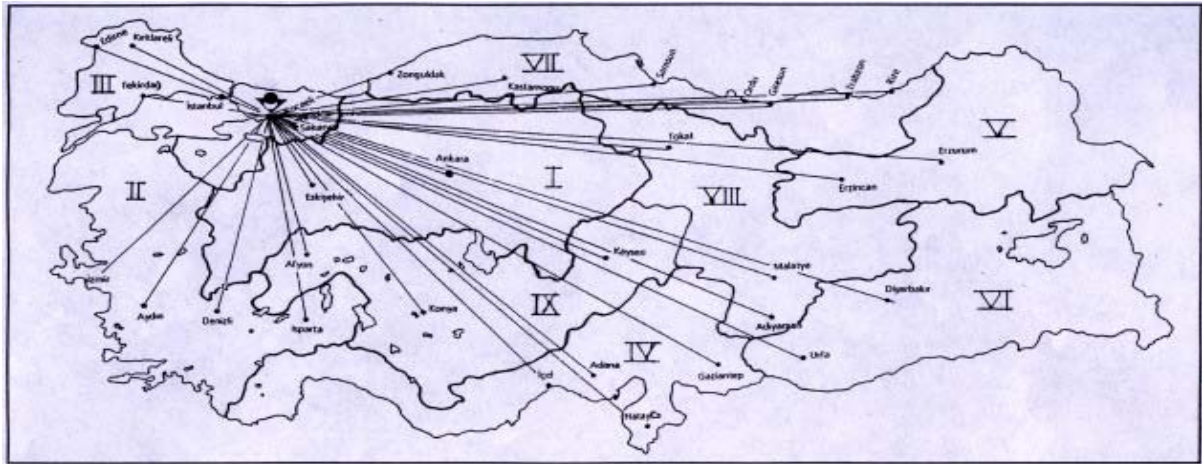
Bu noktadan hareketle; Türkiye 'nin mikoflorasını ve küf risklerini belirleme ve dolaylı olarak da bu küflerin potansiyel tehlike olarak durumlarının değerlendirilmesi için, laboratuvar koşullarında mikotoksin üretme yeteneklerinden hareketle, incelemek amaçlanmıştır. Böylece, mevcut izolatlarla oluşturulacak bir küf kültür koleksiyonunda, küflerin mikotoksik karakterlerini de belirlerken; tarımsal mikofloramızı, mikotoksin profillerini ve bağlı olarak da en riskli ürünlerimizi ve bölgelerimizi tanımlayabilmek üzere çalışılmıştır.

Örnekleme ve Örneklerin Karakterleri

TÜBİTAK MAM 'da gerçekleştirilen ve proje ekibinde yazarın da yer aldığı NATO – SFS tarafından desteklenen bir ön ve temel çerçeve projesi kapsamında yapılan grup çalışması (2, 3) ile toplanan gıda ve tarım ürünlerinin yazar tarafından çalışılan

bazıları; bu çalışmada kullanılacak küf izolatlarının elde edildiği örneklere baz oluşturmuştur.

Örnekleme; sözü edilen bu temel projenin kapsamında ve onun planı doğrultusunda, Türkiye'nin 9 tarımsal bölgesi esas alınarak ve çeşitli Üniversitelerin ve diğer kamu kuruluşlarının ilgili birimlerinin de desteği ile yapılmıştır. Buna göre gıdaların ve tarımsal ürünlerin; ürün çeşitleri, hasat özellikleri, işleme süreçleri, depolama teknikleri esas alınarak örnek seçimi ve temini yoluna gidilmiştir. Örnek çeşitlerinin seçimi için yapılan surveyde de; farklı bilimsel yayınlarca öncelikli önemde belirlen özgün çeşitler, ulusal tüketim sıklıkları, beslenme alışkanlıkları, Türk tüketim kültüründeki ve tarımındaki ekonomik önemleri esas alınmıştır. Bu kapsamda incelenen ürün çeşitlerinin ana grupları; - tahıllar ve tahıl ürünleri, - yağlı tohumlar, - sert kabuklular, - baklagiller, - kuru meyve türleri, - çeşitli peynirler (daha çok kaşar peyniri) vb. olmak üzere, ulusal beslenmemizdeki temel ürünlerimizi kapsayacak şekilde programlanmıştır. Ana proje kapsamında yazar tarafından (4-7) incelenen gruba oluşturan bu örnekler; Türkiye'nin 9 farklı tarımsal bölgesinden toplanan 2000 dolayındaki gıda ve tarımsal ürün olup, bunların cins ve tür düzeyinde belirlenen mikoflora profilleri ve bağlantılı olarak da mikotoksin üretme potansiyellerinin belirlenmesine baz oluşturmuştur. Saptanan bu küf izolatları, duplikasyonları elendikten ve sistematik arşivleme çalışması yapıldıktan sonra, TÜBİTAK – Marmara Araştırma Merkezinde (MAM) yazar tarafından oluşturulan Kültür Koleksiyonu'nda sistematik arşivleme ve kataloglaması yapılarak, koruma altına alınmış olup, halen de muhafaza edilmekte olduğu üç ayrı formda uzun süre korunmaya elverişli hale getirilmiştir. Bu küfler; Türkiye'nin gıda ve tarım ürünlerine ait küf ekolojilerinin kısmi bir yansıması niteliğindeki bir ulusal birikim ve biyoçeşitliliğin korunması özelliğini de taşımaktadır.



Şekil 1. Türkiye'nin farklı tarımsal bölgelerinden saptanan küf izolatlarının sağlandığı örnekler için köken oluşturan örnekleme alanları ; I. Merkezi Kuzey Anadolu Bölgesi, II. Ege Bölgesi, III. Marmara Bölgesi, IV. Akdeniz Bölgesi, V. Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi, VI. Güney Doğu Anadolu Bölgesi, VII. Karadeniz Bölgesi, VIII. Merkezi Doğu Anadolu Bölgesi, IX. Merkezi Güney Anadolu Bölgesi.

Örneklerden sağlanan, saflaştırılan ve muhafaza altına alınan küf izolatlarında olası mikotoksin potansiyel özellikleri, çeşitli bilimsel kaynaklar da baz alınarak, üretebildikleri primer ve sekonder metabolitlerin kalitatif karakteristikleri bakımından, 31 farklı mikotoksin standardına göre yapılan tarama çalışmaları; 34 farklı şehirden

ve 73 farklı üründen ayrılan ve tanımlanan 162 farklı çeşitteki, toplam 1317 küf izolatu ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bir başka alt proje kapsamında, seçilen küflerden 1977'si endüstriyel önemi ve sağlık / ekonomik güvencesi açısından da; potansiyel enzimatik üretim karakter özelliklerine göre 6 farklı endüstriyel enzim üretebilme yetenekleri açısından da incelenmiştir (8-10).

Yöntemler

Küflerin "mikotoksin üretebilme yeteneklerini" belirlemek için; özgün gruplarına göre, olası toksik özellikteki küf türleri, "İnce Tabaka Kromografisi" kullanılarak kalitatif taramaya alınmış ve kullanılan standart yöntemler ile özgün çözgen sistemleri kullanılmıştır (7, 11-14).

Bu amaçla; *Aspergillus* ve *Penicillium* spp. "Dichloran Rose Bengal Agar (DRBC)" ve "Malt Extract Agar (MA)" ortamında, diğer *Deutromyces* spp. de MA'da ve 25-26 °C 'de 7 gün süreyle kültüre alınmıştır (15-20). Sonra kültürel gelişimini tamamlayan küfler, buldukları ortamla birlikte, 100 ml kloroform içeren "stomacher" torbalarına aktarılmıştır. 3 dakikalık homojenizasyonu takiben ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Rotary evaporatör kullanılarak, seçici ortamlarında olgunlaştırılmış küflerden toksin ekstraktı eldesi gerçekleştirilmiştir. Belirleme çalışmaları için; ekstrakt uygulaması ve spotlama için "Silika jel 60 G" plakaları (Merck 5721) kullanılmıştır. Uygulama işleminin hemen yapılmayacağı durumlarda ise, bu ekstraktlar Eppendorf tüplerine alınarak -20°C'deki derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Yürütücü solventle gelişen renge göre sonuçlar; uluslararası standart yöntemler kullanılarak yorumlanmıştır. Kalitatif (nitel) değerlendirmede, mikotoksin standardına göre "Pozitif sonuçlar" Kültür Koleksiyon Kataloğundaki ilgili küfe ait indeks bilgilerine de eklenmiştir (7). Kullanılan TLC tekniğine göre; kullanılan tarama, çözgen, püskürtme ve bunlara ait özgün belirleme sistemlemleri, Tablo 1' de ve mikotoksin açısından potansiyel küfler için yapılan taramaya göre kullanılan teknikler de Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Mikotoksin üretim yeteneği açısından potansiyel özellikteki küflerin belirlenmesinde kullanılan özgün standartlar, yürütme, püskürtme reaktifleri ve uygulamadan sonraki renk gelişim beklentileri, yararlanılan kaynak numaraları

Mikotoksinler	Standartlar	Yürütme reaktifleri	Püskürtme reaktifleri	Gelişen Renk / Kaynak no
AAL Toksin	Sigma A8331	EA:H ₂ O (6:3:1)	%3 Ninhidrin	Pembe (b) (21)
Aflatoksin(B1,B2, G1,G2)	Makor Chm 0035, 0036, 0037, 0038	CA (90:10)	%25 H ₂ SO ₄	Mavi / Yeşil floresans (a) (12)
Alertoksin	Sigma A1437	BE (9:1)		Sarı leke (b) (21)
AME	Sigma A3171	TE (90:10)		Mavi floresans (a) (21)
Deoksnivalenol	Sigma D0156	CAI (8:1:1)	%25 H ₂ SO ₄	Uçuk mavi (a) (22)
Emodin	Sigma E7881	TEF (5:4:1)		Turuncu (b), Sarı (a) (11)
Fumigillin	Sigma F 6771	TEF (5:4:1)	%50 H ₂ SO ₄ (*)	Sarı (a), kahverengi (b) (21)

Tablo 1 (devam)

Mikotoksinler	Standartlar	Yürütme reaktifleri	Püskürtme reaktifleri	Gelişen Renk / Kaynak no
Glitoksin	Sigma G9893	TEF (5 :4:1)		Soluk pembe (b) (11)
Griseofulvin	Sigma G4753	TEF (5 :4:1)		Soluk mavi (a) (11)
HT2	Makor Chm 0635	CM (5:15)	%25 H ₂ SO ₄	Uçuk mavi (a) (23)
Kojik asit	Sigma K3125	BMA (45:10:4)	%1 FeCl ₃ (suda)	Koyu pembe (b) (21)
Malformin A	Sigma M2282	CM (95:5)	%1 I ₂ (etanol'de)	Koyu sarı (b) (21)
Mikofenolik asit	M3536	TEF (5:4:1)		Mavi floresans (a) (11)
Neosolaniol	Sigma N1761	TAM (5:3:2)	%25 H ₂ SO ₄	Mavi/Yeşil floresans (a) Kahverengi (b) (11)
3-Nitropropionik asit	Sigma N5636	CAH (1:1:1)	Diazotize paraanilin (**)	Mor (b) (24, 25)
Ochratoksin	Makor chm0635	TEF (5:4:1)		Uçuk mavi floresans (a) (26)
Patulin	Makor chm0653	TEF (5:4:1)	(***)	Uçuk mavi floresans (a) (27)
Penitrem A (Tremorgen)	Sigma P3053	CA (95:5)	%3 FeCl ₃ (etanolde)	Siyahımsı leke (a) (28)
Penisillik asit	Makor Chm0654	TEF (5:4:1)	(***)	Parlak koyu mavi floresans (a) (11)
PR-Toksin	Sigma P4771	CM (96:4)		Sarı leke (a) (28)
Roquefortin C	Sigma R4010	CAI (85:15:20)	%10 H ₂ SO ₄	Mavi (a), siyahımsı leke (b) (11)
Siklopiazonik asit	Sigma C1530	MB (1:9)	Ehrlich reaktifi	Mavi (a) (11)
Sitokalin E	Sigma 7881	CM (95:5)	%25 H ₂ SO ₄	Siyahımsı leke (b) Mor leke (a) (21)
Sitrinin	Makor chm7168	TEF (5:4:1)		Parlak sarı (a) (11, 27)
Sterigmatosistin	Makor C0760	TEF (5:4:1)	%10 AlCl ₃ (etanolde)	Kiremit kırmızısı (a) (11)
T-2	Makor chm0762	CM (85:15)	%25 H ₂ SO ₄	Uçuk mavi (a) (29)
Tenuazonik asit	Sigma T3408	CM (****) (85:15)	%2 FeCl ₃ (etanolde)	Koyu pembe (b) Mavi (a) (20)
Zearalenon	Makor chm0905	CM (85:15)	%25 H ₂ SO ₄	Açık mavi (a) (28)

(*) 0.5 ml p-anisaldehyt + 85 ml MeOH + 10 ml Asetik asit + 5 ml H₂SO₄

(**) %5'lik NaNO₂ 'nin sudaki çözeltisinden 0.3 ml.alınıp, 10 ml. p-nitro anilin'in 1N HCl'deki %0.3'lük çözeltisi ile karıştırılarak soğukta hazırlanmış ve hemen kullanılmıştır.

(***) İnce tabaka plakları önce %1'lik difenil borik aside daldırılıp kurutulduktan sonra kullanılmış, yürütmeyi takiben plaklar NH₃ buharına tutulmuştur.

(****) 1-2 Damla su

(a): UV 360 nm ; (b): Görünür ışıkta ; CA: Kloroform:Aseton ; CM: Kloroform:Metanol ; EA: Etilasetat: Asetik asit ; BMA: Benzen: Metanol: Asetikasit ; TE: Toluol:Etanol ; MB: Metanol:Benzen ; BE: Benzen:Etanol ; TAB: Toluol:Aseton:Metanol ; CAI: Kloroform: Aseton:Isopropanol ; TEF: Toluol:Etilasetat: Formik asit ; CAH: Kloroform:Aseton:Hekzan

Tablo 2: Mikotoksinler, mikotoksin potansiyel karakteri nedeniyle taranan küfler (*)

Mikotoksinler / Potansiyel Küfler / Toplam sayı***	
AAL toksinler (**)/ <i>A. alternata</i> 22	Penisillik asit / <i>P. janthinellum</i> 1
Aflatoksin (B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂) / <i>A. flavus</i> 8	<i>P. lividum</i> 15 ; <i>P. ver. var. cyclopium</i> 136
AME (**)/ <i>A. alternata</i> 22	<i>P. megasporium</i> 2 ; <i>P. myczynski</i> 4
Altertoksin / <i>A. alternata</i> 22	<i>P. nalgiovense</i> 14 ; <i>P. olsonii</i> 3 ;
Deoksinivalenol / <i>Fusarium</i> spp. 29	<i>P. puberillum</i> 1 ; <i>P. roqueforti</i> 7
Emodin / <i>E. chevalieri</i> 2	<i>P. ver. var. corymbiferum</i> 100
Fumigillin / <i>A. fumigatus</i> 21	<i>P. ver. var. cyclopium</i> 136
Gliotoksin / <i>E. chevalieri</i> 2	<i>P. ver. var. melanochlorum</i> 63
Griseofulvin / <i>P. griseofulvum</i> 35	<i>P. ver. var. verrucosum</i> 40
HT2 / <i>Fusarium</i> spp. 31	<i>P. verrucosum</i> 40
Kojik asit / <i>A. flavus</i> 8 ; <i>A. clavatus</i> 10 <i>A. fumigatus</i> 20 ; <i>A. ustus</i> 2 ; <i>A. wentii</i> 1	Penitrem A / <i>P. verrucosum</i> 40 <i>P. ver. var. corymbiferum</i> 100
Malformin A / <i>A. niger</i> 29	<i>P. ver. var. melanochlorum</i> 63
Mikofenolik asit / <i>P. brevicompactum</i> 41	<i>P. ver. var. verrucosum</i> 40
Neosolaniol / <i>Fusarium</i> spp. 29	PR toksin / <i>P. chrysogenum</i> 266
3-Nitropropionik asit / <i>A. flavus</i> 8 ; <i>A. wentii</i> 1	<i>P. roquefortii</i> 7
Ochratoksin <i>P. ver. var. corymbiferum</i> (= <i>P. hirsutum</i>) 100 <i>P. ver. var. cyclopium</i> (= <i>P. aurantiogriseum</i>) 136 <i>P. ver. var. melanochlorum</i> (= <i>P. commune</i>) 63 <i>P. ver. var. verrucosum</i> (= <i>P. verrucosum</i>) 40	Roquefortin C / <i>P. crustosum</i> 1 <i>P. chrysogenum</i> 266 ; <i>P. roquefortii</i> 7
Patulin / <i>A. terreus</i> 8 ; <i>A. clavatus</i> 10 <i>P. frequentans</i> 10 ; <i>P. granulatum</i> 11 <i>P. funiculosum</i> 4 ; <i>Paecilomyces variotii</i> 4 <i>P. griseofulvum</i> 35 ; <i>P. janthinellum</i> 1 <i>P. lividum</i> 15 ; <i>P. megasporium</i> 2 <i>P. miczynskii</i> 4 ; <i>P. nalgiovense</i> 14 <i>P. olsonii</i> 3 ; <i>P. paraherquei</i> 4 <i>P. puberillum</i> 1 ; <i>P. roqueforti</i> 7 <i>P. expansum</i> 43 ;	Siklopiazonik asit / <i>P. camamberti</i> 2 <i>P. verrucosum</i> spp. 439
	Sitokalacin E / <i>A. clavatus</i> 10
	Sitrinin / <i>P. citrinum</i> 13 <i>A. terreus</i> 8 ; <i>P. expansum</i> 43 <i>P. ver. var. cyclopium</i> 136 <i>P. ver. var. corymbiferum</i> 100 <i>P. ver. var. melanochlorum</i> 63 <i>P. ver. var. verrucosum</i> 40 <i>P. verrucosum</i> 40
	Sterigmatosistin / <i>A. versicolor</i> 35 <i>A. amstelodami</i> 2 ; <i>A. sydowi</i> 18
	T2 / <i>Fusarium</i> spp. 31 ; <i>Trichoderma</i> spp. 6
	Tenuazonik asit / <i>A. alternata</i> 20
	Zearalenon / <i>Fusarium</i> spp. 29

(*) Kaynak no: 26, 30, 31.

(**) AAL= *Alternaria alternata* toksin, AME=*Alternariol monometil eter*.

(***) Taranan Toplam Küf Sayıları.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma TÜBİTAK MAM'daki Kültür Koleksiyonu'nda muhafaza altına alınan ve Türkiye'nin dominant küf florasına ait mikotoksin profilinin belirlenmesi özelliğini taşımaktadır.

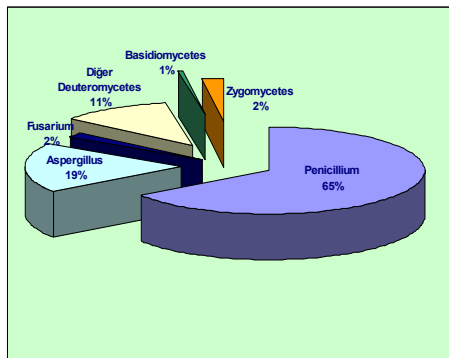
Genel perspektifle bakıldığında, küf izolatlarının sağlandığı örneklerin çeşitleri ve örnekleme bölgeleri Tablo 3'de verildiği gibidir.

Tablo 3. Küf örneklerinin sağlandığı ve mikotoksin belirleme denemelerinin yürütüldüğü örnek çeşitleri ve onlara ait örnekleme bölgeleri.

Türkiye'nin örnekleme Bölgeleri	Toplam Örnek Sayısı (*) (%)	Toplam Ürün Çeşidi	Mikotoksin potansiyeline sahip farklı küf türleri	Küfler Açısından En Riskli Ürünler / Mikotoksinler açısından en riskli ürünler
I. Merkezi Kuzey Anadolu	367 (17.55)	25	79	Buğday / Buğday
II. Ege	59 (2.82)	12	26	Mercimek , Mısır / Mısır
III. Marmara	727 (34.77)	37	106	Kaşar pey / Kaşar pey
IV. Akdeniz	121 (5.78)	19	37	Nohut / Bulgur
V. Kuzey Doğu Anadolu	119 (5.69)	19	36	Buğday/ Bulgur
VI. Güney Doğu Anadolu	69 (3.30)	12	34	Antep Fıstığı / Arpa
VII. Karadeniz	297 (14.20)	13	51	Pirinç / Pirinç
VIII. Merkezi Doğu Anadolu	51 (2.44)	8	25	Nohut / Nohut
IX. Merkezi Güney Anadolu	243 (11.62)	27	50	Bulgur / Buğday
Toplam	2053		40 farklı cinste 162 çeşit & Toplam 1317 Küf izolatu	

(*) Toplam gıda örneği sayıları : Tahıllar ve onların geleneksel ürünleri 960, çeşitli peynirler (başta kaşar peyniri) 260, yağlı tohumlar 182, baklagiller 47, kurutulmuş meyveler 10, diğer çeşitli gıda ürünleri 37 adettir.

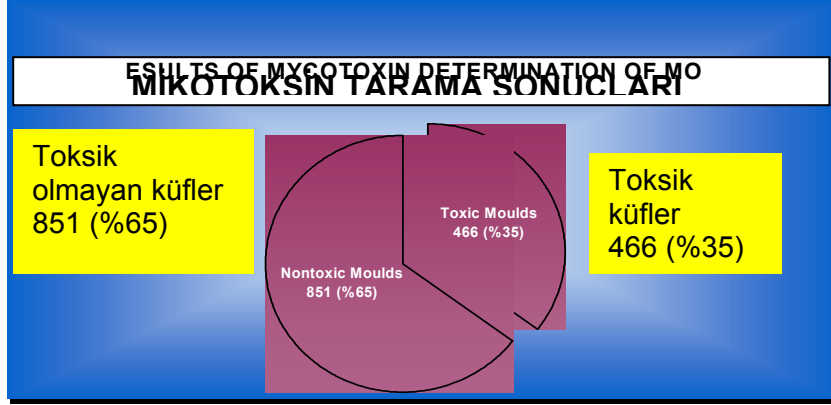
Laboratuvar koşullarında küf grupları için olası potansiyel mikotoksik karakter özelliği taşıyabilen; 40 farklı cinste ve toplam 1317 türde küfe ait mikotoksin üretme yeteklerini belirlemek için, 31 farklı mikotoksin standardına göre yapılan taramada, ilgili küf gruplarına göre mikotoksin üretim yeteneğini belirleme taramasına ait toplam 4971 sonuç değerlendirildiğinde; taranan 1317 potansiyel küfün, sadece 19 mikotoksin standardı açısından pozitif sonuçlar verebildiği belirlenmiştir. Bu sonuçlara dayalı olarak, küf gruplarının dağılımı ve genel mikotoksik özelliklerin oranları Şekil 2 (a) ve Şekil 2 (b)'den görülebilmektedir.



- %65 Penicillium
- %19 Aspergillus
- %11 Diğer Deuteromyces
- % 2 Fusarium
- % 2 Zygomycetes
- % 1 Basidiomycetes

Şekil 2. (a) Türkiye Mikoflorasına ait Küflerin Sistemik Dağılımı

Şekil 2 (a)'ya göre; MAM Kültür Koleksiyonu'nda mevcut ve mikotoksin aktivitesi açısından taranan en önemli cinsler *Penicillium*, *Aspergillus* ve *Fusarium* 'dur. Bu koleksiyondaki diğer *Deutromycetes*, *Zygomycetes* ve bazı *Basidiomycetes* türleri de mikotoksin üretme yetenekleri açısından tarama çalışmasına dahil edilmiştir.



Şekil 2 (b) Mikotoksin üretebilme yeteneklerinin belirlenmesi için yapılan taramaların sonuçları

Yine Şekil 2 (b)' ye göre; taranan küflerin 441 adedi (% 32.5'u) toksin üretebilme yeteği göstermişler, % 2.5'u ise ilgili mikotoksin standardına göre karşılaştırıldığında, "şüpheli pozitif" sonuçlar vermişlerdir. Bazı küf izolatları hiç mikotoksin üretemezken (%65), diğer bazı küfler de birden fazla toksin üretebilir karakter göstermişlerdir. Toplam 1317 izolatin, 31 farklı mikotoksin standardı açısından yapılan kalitatif mikotoksin üretebilme özelliğine göre belirlenen sonuçlar; Tablo 4' de verilmiştir.

Tablo 4'de bulgulara göre; düzenlenen ve sonuçlandırılan toplam 4971 mikotoksin analizi ile küflerin; %32.5'u toksik özellik göstermiş, 65' toksik olmayan, 2.5% şüpheli pozitif sonuç vermişlerdir. Aynı Tablo'ya göre; Roquefortin C sayısal olarak en sıklıkla saptanan toksin olarak belirlenmiştir. Siklopiazonik asit, sitrinin ve patulin ikinci sırada gelmektedirler. Genel olarak Türkiye'nin mikotoksin profili bakımından dominant karakterde olan pozitif sonuçlar ise; belirlendiği üzere aşağıda sıranabilmektedirler. Fumigillin (77%), mikofenolik asit (42%), sterigmatosistin (41%), griseofulvin (37%), roquefortin C (25%), AME (24%), aflatoksin B₁ (23,4%). Bunun yanında; AAL toksin, deoksinivalenol, emodin, kojik asit, neosolaniol, 3-nitropropiyonik asit, ochratoksin, PR toksin, T2 toksin ve zearalenone, kullanılan MA ve DRBCA kültür ortamında ve kullanılan laboratuvar tarama koşullarında, hiç pozitif sonuç vermemiştir. Bu sonuçlara ek olarak; AME açısından taranan 1, albertoksin için taranan 2, siklopiazonik asit için taranan 14, sitokalsin E için taranan 6, fumigillin için taranan 7, mikofenolik asit için taranan 6, patulin için taranan 7, penisillik asit için taranan 6, penitrem A için taranan 9, roquefortin C için taranan 34, sterigmatosistin için taranan 4 küf izolatu için "şüpheli pozitif" olarak değerlendirilebilen sonuçlar saptanmıştır (8).

Bu çalışma ile elde edilen bulgular; Türkiye'nin dominant mikoflorasına göre belirlenen ve tarımsal bölgelerimizin her biri için saptanan mikolojik ve mikotoksik profilinin de bir yansıması niteliğindedir. Yine belirlenen sonuçlar; gelişebilecek

riskler, risk yönetim sistemi kapsamında geliştirilebilecek öneri ve önlemleri yönlendirme açısından da önem taşımaktadır.

Tablo 4. Mikotoksin tarama analizlerinin sonuç özetleri

Taranan Mikotoksinler	Analize alınan toplam küf sayısı	Pozitif mikotoksin sonuçları (%)	Taranan Mikotoksinler	Analize alınan toplam küf sayısı	Pozitif mikotoksin sonuçları (%)
AAL toksin	22	0	Ochratoksin	426	0
Aflatoksin (B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂)	78, 78, 78, 78	23, 4, 5, 3	Patulin	279	19
Alternariol monometil eter	22	24	Penisillik asit	452	10
Altertoksin	21	19	Penitrem A	435	11
Deoksinivalenol	31	0	PR Toksin	328	0.3
Emodin	13	0	Roquefortin C	868	25
Fumigillin	13	77	Siklopiazonik asit	546	17
Gliotoksin	44	16	Sitokalsin E	29	31
Griseofulvin	80	37	Sitrinin	529	5
HT2	32	3	Sterigmatosistin	75	41
Kojik asit	128	0	T-2	39	3
Malformin A	38	3	Tenuzanik asit	22	0
Mikofenolik asit	76	42	Zearalenon	30	0
Neosolaniol	31	3.3			
3-Nitropropionik asit	79	0	TOPLAM	4971 (mikotoksik karakter veren küfler)	32.5* (441 pozitif mikotoksin)

(*) Toplam mikotoksin tarama sonucuna göre hesaplanmış orandır (%)

Bu küflerin belirlenip tanımlanması ve yapılan mikotoksin taraması yanında, Türkiye'nin mikoflorasının bir "kültür koleksiyon sistemi" içinde korumaya alınması ekolojik zenginliğimizin ve biyoçeşitliliğin ileriye yönelik korunmasını da sağlayan bir kültürel zenginlik kazanımı olarak düşünülmektedir. Muhafaza altındaki bu küfler, Türk gıda ve tarımsal ürünleriyle ilgili küf ekolojisine yönelik bilgiler vermesi açısından da önem taşımaktadır. Bunların bir kültür koleksiyonu yaklaşımı ile 3 ayrı yöntemle uzun süreli koruma altına alınmış olmaları geliştirilecek ileriki model çalışmalar ve diğer araştırmalara baz oluşturma açısından da bu bulgular önem taşıyacak niteliktedir. Çalışmanın bir diğer alt bölümünde korunan bu kültürel mirasın, yine sistematik yöntemlerle endüstriyel önemi fazla olan enzimler açısından üretim yeteneklerinin de ayrıca değerlendirilmiş olması, bu biyoçeşitliliğin bir başka potansiyel üretim karakteristiğini de ortaya koyması bakımından ayrıca değer taşımaktadır.

Böylece primer ve sekonder metabolitleri üretim karakterlerinin de belirlenmiş olarak, muhafaza edilmesi, bu kültürlerin insan sağlığı ve ekonomik / endüstriyel açıdan önemlerini daha da arttırmaktadır. Bu kültür koleksiyonunun geliştirme amaçlarından biri de; akademik ve endüstriyel araştırmaları dayandırılabilir ulusal bir merkez haline getirebilmek düşüncesidir. Bu noktadan hareketle, Türkiye'nin tarımsal

bölgelerini kapsayan, geniş bir örnekleme de içine alan bütün verilerin sistematik değerlendirilmesi, ayrıca özellik taşımaktadır. Bu değerlendirme sonuçları, tarımsal bölgeler ve ürünler için en önemli riskli ürünleri ve bölgeleri de ortaya koymuş durumdadır (Tablo 5).

Tablo 5'e göre; mikoflora ve mikotoksin açısından belirlenen riskler, ekolojik açıdan bölgesel farklılıklara göre değişmiştir. Bu proje çalışmasıyla elde edilen bulgular evvelce yürütülen NATO destekli ana projenin açıklanan ve yayımlanan bulgularıyla da büyük ölçüde uyum ve benzeşim göstermektedir. Ancak bölgelere göre yapılan genel değerlendirmelerde daha spesifik ayrıntılarla durum değerlendirilmesi elde edilmesine ve okuyucuyu bilgilendirilmesine çalışılmıştır.

Tablo 5. Sistematik analiz sonuçlarına göre Türkiye'nin mikoflora ve mikotoksinler açısından risk profili.

Örnekleme bölgesi: I. Merkezi Kuzey Anadolu		Örnek sayısı: 367	Örnek yüzdesi: %17.55	Ürün çeşit sayısı: 25
Belirlenen küf türü: 79 adet	Belirlenen küf türü % 47.59	Küf florası açısından en riskli ürünler: buğday		Mikotoksin açısından en riskli ürünler: buğday
En baskın (dominant) küf türleri: <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. auratiogriseum</i> (<i>P. ver. var cyclopium</i>), <i>P. hirsutum</i> (<i>P. ver. var corymbiferum</i>)				
Belirlenen Mikotoksin Riskleri: 2 AME, 1 Alertoksin, 2 Sitrinin, 5 Siklopiazonik asit, 1 Sitokalsin E, 1 Fumigillin, 4 Griseofulvin, 6 Mikofenolik asit, 8 Patulin, 8 Penisillik asit, 8 Penitrem A, 16 Roquefortin C, 8 Sterigmatosistin, [Toplam taranan 297 potansiyel toksik küften mikotoksin (+) $\Sigma=70$]				
Dominant mikotoksin riskleri ve sıklığı: Roquefortin C ($\Sigma=16$), Sterigmatosistin / Penitrem A / Patulin / Penisillik asit ($\Sigma=8$), Mikofenolik asit ($\Sigma=6$)				
Örnekleme bölgesi: II. Ege Bölgesi		Örnek sayısı: 59	Örnek yüzdesi: % 2.8	Ürün çeşit sayısı: 12
Belirlenen küf türü: 26 adet	Belirlenen küf türü: % 15.66	Küf florası açısından en riskli ürünler: Mercimek, mısır		Mikotoksin açısından en riskli ürünler: Mısır
En baskın (dominant) küf türleri: <i>P.auratiogriseum</i> , <i>P.commune</i> (<i>P. ver. var. melanochlorum</i>), <i>P.chrysogenum</i>				
Belirlenen Mikotoksin Riskleri: 1 aflatoksin B ₁ , 1 siklopiazonik asit, 1 fumigillin, 1 patulin, 11 roquefortin C, 1 sterigmatosistin [Toplam taranan 43 potansiyel toksik küften mikotoksin (+) $\Sigma=16$]				
Dominant mikotoksin riskleri ve sıklığı: Roquefortin C ($\Sigma=11$), Sterigmatosistin/ Aflatoksin B ₁ ($\Sigma=1$)				
Örnekleme bölgesi: III. Marmara		Örnek sayısı: 727	Örnek yüzdesi: %34.77	Ürün çeşit sayısı: 37
Belirlenen küf türü: 106 adet	Belirlenen küf türü: yüzde: %66.26	Küf florası açısından en riskli ürünler: Kaşar pey.		Mikotoksin açısından en riskli ürünler: Kaşar pey.
En Baskın (dominant) küf türleri: <i>P.chrysogenum</i> , <i>P.auratiogriseum</i> , <i>P. hirsutum</i>				
Belirlenen Mikotoksin Riskleri: 9 aflatoksin B ₁ , 2 AME, 3 alertoksin, 4 sitrinin, 31 siklopiazonik asit, 1 sitokalsin E, 7 fumigillin, 4 gliotoksin, 2 griseofulvin, 1 malformin A, 16 mikofenolik asit, 19 patulin, 12 penisillik asit, 12 penitrem A, 1 PR toksin, 40 roquefortin C, 10 sterigmatosistin [Toplam taranan 552 potansiyel toksik küften mikotoksin (+), $\Sigma=175$]				
Dominant mikotoksin riskleri ve sıklığı: Roquefortin C ($\Sigma=40$), Siklopiazonik asit ($\Sigma=31$), Patulin ($\Sigma=19$), Mikofenolik asit ($\Sigma=16$), Penisillik asit ($\Sigma=12$), Penitrem A ($\Sigma=12$), Aflatoksin B ₁ ($\Sigma=9$), Fumigillin ($\Sigma=7$)				

Tablo 5 (devam)

Örnekleme bölgesi: IV. Akdeniz		Örnek sayısı: 121	Örnek yüzdesi: %5.78	Ürün çeşit sayısı: 19
Belirlenen küf türü: 37 adet	Belirlenen küf türü: yüzde: %21.69	Küf florası açısından en riskli ürünler: Nohut		Mikotoksin açısından en riskli ürünler: Bulgur
En Baskın (dominant) küf türleri: <i>P.chrysogenum</i> , <i>P.auratiogriseum</i> , <i>A. niger</i>				
Belirlenen Mikotoksin Riskleri: 2 aflatoksin B ₁ , 1 AME, 3 sitrinin, 2 siklopiazonik asit, 1 gliotoksin, 3 griseofulvin, 1 mikofenolik asit, 1 penisillik asit, 1 penitrem A, 7 roquefortin C, 4 sterigmatosistin [Toplam taranan 95 potansiyel toksik küften mikotoksin (+), $\Sigma=26$]				
Dominant mikotoksin riskleri ve sıklığı: Roquefortin C ($\Sigma=7$), Sterigmatosistin ($\Sigma=4$), Sitrinin/ Griseofulvin ($\Sigma=3$)				
Örnekleme bölgesi: V. Kuzey Doğu Anadolu		Örnek sayısı: 119	Örnek yüzdesi: %5.69	Ürün çeşit sayısı: 17
Belirlenen küf türü: 36 adet	Belirlenen küf türü: yüzde: (% 21.69	Küf florası açısından en riskli ürünler: Buğday		Mikotoksin açısından en riskli ürünler: Bulgur
En Baskın (dominant) küf türleri: <i>P.chrysogenum</i> , <i>P.auratiogriseum</i> , <i>P. roqueforti</i>				
Belirlenen Mikotoksin Riskleri: 1 aflatoksin B ₁ , 1 siklopiazonik asit, 1 gliotoksin, 4 patulin, 7 penisillik asit, 2 roquefortin C, 1 sterigmatosistin, [Toplam taranan 102 potansiyel toksik küften mikotoksin (+), $\Sigma=17$]				
Dominant mikotoksin riskleri ve sıklığı: Penicillic acid ($\Sigma=7$), Patulin ($\Sigma=4$), Roquefortin C ($\Sigma=2$)				
Örnekleme bölgesi: VI. Güney Doğu Anadolu		Örnek sayısı: 69	Örnek yüzdesi: %3.30	Ürün çeşit sayısı: 12
Belirlenen küf türü: 34 adet	Belirlenen küf türü: yüzde: (% 20.48	Küf florası açısından en riskli ürünler: Antep Fıstığı		Mikotoksin açısından en riskli ürünler: Arpa
En Baskın (dominant) küf türleri: <i>P.chrysogenum</i> , <i>P.commune</i>				
Belirlenen Mikotoksin Riskleri: 1sitrinin, 1 siklopiazonik asit, 2 mikofenolik asit, 1 patulin, 1 penitrem A, 5 roquefortin C, 2 sterigmatosistin [Toplam taranan 56 potansiyel toksik küften mikotoksin (+) $\Sigma= 13$]				
Dominant mikotoksin riskleri ve sıklığı: Roquefortin C ($\Sigma=5$), Sterigmatosistin ($\Sigma=2$), Mikofenolik asit ($\Sigma=1$)				
Örnekleme bölgesi: VII. Karadeniz		Örnek sayısı: 297	Örnek yüzdesi: %14.20	Ürün çeşit sayısı: 13
Belirlenen küf türü: 57 adet	Belirlenen küf türü: yüzde: % 34.34	Küf florası açısından en riskli ürünler: Pirinç		Mikotoksin açısından en riskli ürünler: Pirinç
En Baskın (dominant) küf türleri: <i>P.chrysogenum</i> , <i>P.auratiogriseum</i> , <i>P.commune</i>				
Belirlenen Mikotoksin Riskleri: 7 sitrinin, 9 siklopiazonik asit, 2 sitokalasin E, 5 griseofulvin, 1 HT2 toksin, 7 mikofenolik asit, 3 patulin, 5 penisillik asit, 19 penitrem A, 28 roquefortin C, 3 sterigmatosistin [Toplam taranan 208 potansiyel toksik küften mikotoksin (+) $\Sigma= 89$]				
Dominant mikotoksin riskleri ve sıklığı: Roquefortin C ($\Sigma=28$), Penitrem ($\Sigma=19$), Siklopiazonik asit ($\Sigma=9$), Sitrinin ($\Sigma=7$), Griseofulvin / Penisillik asit ($\Sigma=5$), Sterigmatosistin / Patulin ($\Sigma=3$)				

Tablo 5 (devam)

Örnekleme bölgesi: IX. Merkezi Güney Anadolu		Örnek sayısı: 243	Örnek yüzdesi: %11.62	Ürün çeşit sayısı: 27
Belirlenen küf türü: 50 adet	Belirlenen küf türü: yüzde: %30.12	Küf florası açısından en riskli ürünler: Bulgur	Mikotoksin açısından en riskli ürünler: Bulgur	
En Baskın (dominant) küf türleri: <i>P.chrysogenum</i> , <i>P.auratiogriseum</i> , <i>P.brevicompectum</i>				
Belirlenen Mikotoksin Riskleri: 5 aflatoksin B ₁ , 2 sitrinin, 1 siklopiazonik asit, 1 fumigillin, 2 griseofulvin, 6 mikofenolik asit, 3 patulin, 4 penisillik asit, 3 penitrem A, 4 roquefortin C, 2 sterigmatosistin, Toplam taranan 205 potansiyel toksik küften mikotoksin (+), $\Sigma=38$				
Dominant mikotoksin riskleri ve sıklığı: Roquefortin C ($\Sigma=4$), Mikofenolik asit ($\Sigma=6$), Aflatoksin B ₁ ($\Sigma=5$), Penisillik asit/ Roquefortin C ($\Sigma=4$), Penitrem A / Patulin ($\Sigma=3$)				

Genel Değerlendirme

Her ne kadar mikotoksin açısından en önemli riski taşıyan ürünler, buğday ve bulgur olarak belirlenmişse de; bölgesel ekolojik farklılıklarla değişen sonuçlar alınmıştır. Yine mikoflora açısından da en önemli doğal çeşitlilik; öncelikle III. (Marmara Bölgesi) için saptanmış olup; sırasıyla I., VII. ve IX. Bölgeler (Merkezi Kuzey Anadolu, Karadeniz, Merkezi Güney Anadolu Bölgeleri) farklı iklimsel değişimlerle takip eden durumda belirlenmiştir. Buna göre;

- Çalışmamızda kullanılan laboratuvar koşullarında ve potansiyel toksik küfler için kullanılan MA ve DRBCA kültür ortamlarında yapılan taramalarda; AAL toksin, Deoksinivalenol, Gliotoksin, Kojik asit, Malformin A ve Tenuazonik asit için pozitif sonuçlar saptanmamıştır. Buna göre ilgili diğer araştırma çalışmaları (11, 32) da dikkate alınarak, küflerin önemli bir bölümünün birden fazla farklı mikotoksini de sentezleyebildiği ve bu metabolitlerin sentezlenme özelliklerinin çevresel koşullara göre de değişebilmesinden kaynaklanabildiği ifade edilebilir.
- Çalışmamızda gıda endüstrisi ve tüketici ile ilgili saptanan olası riskler, benzer çalışmaların sonuçları ile uyum göstermiştir. Ancak gelişme ortam ve koşullarını da değiştirerek, farklı sonuçlara ulaşmak da mümkün olabilecektir. Bu bakımdan küflerle bulaşmış gıdalar, yaratabilecekleri sağlık riskleri bakımından özel bir önemi gerektirmektedir.
- Bilinen diğer bir bilimsel gerçeklik de; çevresel nem / sıcaklık, a_w , pH ve gıda bileşenlerinin, küf gelişimi kadar mikotoksin oluşumunu da doğrudan etkilediği şeklindedir. Mikotoksinlerin tüm ülkelerce dikkatle kontrolü, endüstri açısından risk kriteri olarak belirlenmesi ve geliştirilmiş uluslararası regülasyonlar, kurallar ve sınırlamalar doğrultusunda değerlendirilmesi, risk yönetim sistemleri açısından çok önem taşımaktadır (37).
- Mikotoksin bulaşısı ile ilişkili olası diğer risklerin, bir “risk yönetim anlayışı” içinde entegre edilerek, sistematik değerlendirilmesi gerekmektedir. Buna göre; işlenmiş gıda ve yemlerin kontrol sistemlerine ait öngörülerde, -tarladan sofraya- “Kritik Kontrol Noktalarında Tehlike Analizleri = Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)” sistematik yaklaşımını ve stratejisini de içine alan ve tüm kritik üretim basamaklarında bir “belirleme, önleme, izleme ve GMP teknikleri ile birleştirilerek uygulanmasının gerçekleştirilmesi” temel gereklilik olacaktır.

• Mikotoksinle bağlantılı risk yönetim uygulamalarında, bulaşmanın önlenmesi açısından, hasat öncesi dönemde küfle teması önleme ve engellemeye dayalı uygulamalar, en uygun olan yolu oluşturmaktadır. Ancak bulaşmanın kaçınılmaz olduğu ve insan veya hayvan gıdası olarak tüketiminin de söz konusu olabileceği durumlarda; toksine bağlı tehlikenin yönetimi için hasat sonrası uygulamalarla da özenli izleme ve düzeltme stratejileri gerçekleştirilmelidir.

İdeal olan, küf ve mikotoksin tehlikesiyle bağlantılı olası riskleri, üretimin her basamağında minimize etmeye yönelik önlemleri geliştirerek gerçekleştirmektir. Buna göre üretimde, sağlık ve kalite güvencesi başarısını sağlamak üzere, HACCP – bazlı “Engeller Teknolojisi Sistemini (Hurdle Tech. System)”, esas alan bir bulaş kontrol stratejisini izlemek, üretim sonrası işlemlerde ilgili kontrol noktası yaklaşımını tarladan – tüketiciye yaygınlaşan bir düzen içinde uygulayabilmektir (34). Bu, günümüz global (küresel) ticaret, ekonomi ve daha da önemlisi tüketici güvenliği gerekliliklerini sağlayabilmek açısından da temel bir zorunluluktur.

Teşekkür

Projenin deneysel kısmı TÜBİTAK - Marmara Araştırma Merkezi (MAM)’da, sistem analizi çalışmaları da YTÜ - Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Bölümü’nün işbirliği ve desteği ile gerçekleştirilmiştir. Aşağıda, projedeki çalışmalarına ve işlevlerine göre sıralanan tüm ekip elemanları verilmiş olup, çalışma ve destek grubunun elemanlarına katkılarından, yardımlarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Katılımcılar ve Proje grubu;

Proje yöneticisi ve mikolog araştırmacı:

Katkı saylayan mikolog araştırmacı:

Diğer araştırmacı:

Teknisyenler:

R. Şeminur Topal (Prof. Dr.)

N. Aran** (Prof. Dr.)

C. Pembeci (Biyolog)**

İ. Kelebek, N. Uygun, A. Tanlası,

B. Çırak, Z. Karabulut, M. Pak,

E. Gözüm

Sistem analizcisi ve programcı:

E. Karslığil (Dr.) ve A. Buharalı***

(**) 403 küf izolatını devrederek ve mikotoksin tarama yöntemlerinin seçimi ve belirlenmesinde aktif katılım sağlamıştır.

(***) Yıldız Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fak. - Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Bölümü.

Kaynaklar

1. Beuchat, L.R. (1981) food and Beverage Mycology. Westport, Connecticut: Avi Publishing.
2. Alperden , İ., Aran, N., Topal, Ş., Eke, D., Kara, M. and Karaali, A. (1988) Systematic Analysis of Mycoflora Turkish Foodstuffs. NATO-TU-Mycotoxins Project. Joint -Final report of Mycology and System Analysis Subprojects. Gebze-Kocaeli, Turkey: TÜBİTAK, MRI Printing Office.
3. Alperden, İ., Karaali, A., Aran, N., Topal, Ş., Heperkan, D., and Özay, G. (1990) Moulds and Mycotoxins in Turkish Foodstuffs. NATO-TU-Mycotoxins, Final Project Report. İstanbul, Turkey. Hat Graphic Ltd.

4. Topal, Ş., and Pembeci, C., (1998) Establishment of a Culture Collection for Turkish agricultural mycoflora. *Journal of Food Mycology* (1,(3):141-148).
5. Topal, Ş. (1996) Establishment and preservation of mould culture collection of Turkey. In *Culture Collections To Improve The Quality of Life* (Samson, R. A., Stalpers, J.A., van der Mei, D. and Stouthamer, A.H. Ed's). Baarn, Netherlands: Centraalbureau voor Schimmelcultures.
6. Topal, Ş. (1998) Establishment of mould culture collection center by the Turkish Dominant Mycoflora. *KÜKEM*, 21: 69-88 (in Turkish).
7. Topal, Ş., (1999) Catalogue of Moulds and Yeast / Bacteria. TÜBİTAK–MRC Culture Collection. FSTRI Pub. No: 128. ISBN 975-403-153-3. 245p. TÜBİTAK-MRC Printing Office, Gebze- Kocaeli, Turkey.
8. Topal, Ş., Aran, N., and Pembeci, C., (1999) Mycotoxin profiles of Turkish agricultural mycoflora. *Gıda*, (24, 2:129-137. in Turkish).
9. Topal, Ş., Pembeci, C., Batum, M., Borcaklı, M., and Çeltik, Ö. (2000) Investigation of selected industrially important enzymatic activities of Turkish agricultural mycoflora-I: Amilase, Protease, Lipase. *Turk. J. of Biol.* (24 (2000)79-93, in Turkish).
10. Topal, Ş., and Pembeci, C., (2000) Qualitative screening results for production capability profiles of some industrially important enzymes of Turkish agricultural mycoflora. *Biotechnology 2000 The World Congress of Biotechnology* (3-8 September ICC-Berlin) Book of Abstracts Vol 3. 536-539.
11. Frisvad, J.C. (1988). Fungal species and their specific production of mycotoxins. In *Introduction to Food-Borne Fungi* (R.A. Samson, and E.S van Reenen-Hoeksta, eds). pp. 239-249. Baarn, Netherlands: Centraalbureau Voor Schimmelcultures.
12. FAO (1990). *Manuals of Food Quality Control*, 10. Training in Mycotoxin Analysis. FAO Food and Nutrition Paper, 15/10. Rome: Food and Agriculture Organisation.
13. Frisvad, J.C., Filtenborg, O., and Thrane, U. (1989). Analysis and screening for mycotoxins and other secondary metabolites in fungal cultures by thin-layer chromatography and high-performance liquid chromatography. *Arch. Environ. Contam. and Toxicol.* 13: 331-335.
14. Frisvad, J.C. and Filtenborg, O. (1990). Revision of subgenus *Furcatum* based on secondary metabolites and conventional characters. In: *Modern Concepts in Penicillium and Aspergillus Classification*, pp159-170 (Eds.: R. A. Samson and J.I.Pitt), Nato asl Serries A:Life Science, Vol. 85, Plenum Press New York.
15. Gams W., van der Plaats-Niterink, A.J., Samson, R.A., and, Stalpers, J.A. (1980) (Ed's). *CBS Course of Mycology*. 2nd Ed. pp:2-18. Baarn, Netherlands: Centraalbureau voor Schimmelcultures.
16. Corry, J.E.L., Curtis, G.D.W., and Baird, R.M. (1995) (Ed's) *Culture media for food microbiology*. In *Progress in Industrial Microbiology*. Amsterdam: Elsevier Science
17. Pitt, J.I. (1988) *A Laboratory Guide-To Common Penicillium Species*. North Ryde, NSW: CSIRO. Division of Food Research.
18. Samson, R.A. (1982) *CBS Course of Mycology*. Baarn, Netherlands: Centraalbureau voor Schimmelcultures.
19. Samson, R.A., Hocking, A.D., Pitt, J.I. and King, A.D. (1992) (Ed's) *Modern Methods in Food Mycology*. Amsterdam: Elsevier.
20. Beuchat, I.R. (1992) Media for detecting and enumerating yeasts and moulds. *Int. J. Food Microbiol.*, 17: 145-158.

21. Harrer, S. (1996) Sigma Chemical Company, Chemie Technical Service, (Fax dated 06.12.1996 / 16 p.) Deisehofen, Germany.
22. AOAC, 1990. Deoxynivalenol. "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 986.17, pp: 1205-1207. Association of Official Analytical Chemists, Inc. Arlington.
23. Schmidt, R., Bieger, A., Ziegenhagen, E., Dose, K. (1982) Quantitative bestimmung von trichothecenen HT-2 toxin in verschimmelten pflanzlichen Nahrungsmitteln. Zeitschrift-fuer-Lebensmittel-Untersuchung und Forschung 175 (3), 169-171.
24. Majak, W., Bose, R.J. (1974) Chromatographic methods for the isolation of miserotoxin and detection of aliphatic nitro compounds, Phytochemistry 13, 1005 – 1010.
25. Wei, D.L., Chang, S.C., Lin, S.C., Doong, M.L., Jong, S C. (1994) Production of 3-Nitropropionic acid by Arthrinium species. Current Microbiology 28, 1-5.
26. Singh, K, Frisvad, J.C., Thrane, U. and Mathur, S.B. (1991) An Illustrated Manual on Identification of Some Seed-borne Aspergilli, Fusaria, Penicillia and their Mycotoxins. Hellerup, Denmark: Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries.
27. Thrane, U. (1997) Subject: Mycotoxins. Wed. Feb. 5 12.42.17 1997, Date: Mon. 3 Feb 1997 20.23.27 CET referenced e-mail message.
28. Alperden, İ. 1977. "General Introduction to Mould Isolation from Foods and Chemical Determination Methods of Some Mycotoxins". TÜBİTAK Marmara Research Center, Pub. No:24 Gebze / Kocaeli, Turkey.
29. Schmidt, R., A., Ziegenhagen, E., Dose, K. (1981) Determination of T-2 toxin in vegetable foods. I. T-2 toxin in mouldy rice and maize. Zeitschrift-fuer-Analytische-Chemie 308 (2), 133-136.
30. Samson, R.A., and van Reenen-Hoekstra, E.S. (1988) "Introduction to Food-Borne Fungi". Centraalbureau Voor Schimmelcultures (CBS), Baarn, The Netherlands, 299 p.
31. Lund, F., Filtenborg, O., and Frisvad, J.C. (1995) Associated mycoflora of cheese. Food Microbiol. 12: 173-180.
32. Moss, M.O. (1996) Mycotoxins. Mycological Research, 100 (5), 513-523.
33. FAO (1997). Worldwide regulations for mycotoxins 1995: A compendium. FAO Food and Nutrition Paper: 64. Rome, 43p.
34. Lopez-Garcia, R. Park, D.L. and Phillips, T.D. (1999) Integrated mycotoxin management systems. FAO - Food, Nutrition and Agriculture: 23: 38-47.