

# FARKLI YÖNTEMLERLE KURUTULAN KIRMIZIBİBERLERDE *Aspergillus flavus* GELİŞİMİ VE AFLATOKSİN OLUŞUMUNUN İNCELENMESİ<sup>1</sup>

## INVESTIGATION OF AFLATOXIN OCCURRENCE AND *Aspergillus flavus* GROWTH IN RED PEPPERS DRIED BY DIFFERENT METHODS

NAFİ ÇOKSÖYLER

Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Çiflikköy-MERSİN

**ÖZET:** Bu çalışmada kırmızıbiberin tüm veya açılmış olarak şeklinin, kurutma yerinin, ortam şartlarının, dış yüzeyde meydana gelen zedelenmelerin ve *A. flavus* sporu yükünün kurutma sırasında fungal gelişim ve aflatoksin oluşumu üzerine etkisi incelenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla kırmızıbiberlerin tüm olarak kurutulması ile iinin açılıp tohumlar ve plasentanın çıkartılması biçiminde iki şekli; ipe dizerek havada asma, toprağa yayma ve betona yayma olarak üç kurutma yerinde uygulanmıştır. Belirtilen altı yöntem ile üç kaynaktan sağlanan kırmızıbiberler kurutulmuş ve kurutulan biberlerde toplam kuf sayımı, *A. flavus* grubu fungusların belirlenmesi ve aflatoksin tayini yapılmıştır. Ayrıca kurutma sürecinde ortam sıcaklığı ve nisbi rutubeti, kırmızıbiberin su aktivitesi ve hemen i ve diş yüzeyi üzerindeki havanın nisbi rutubeti ile kurumakta olan kırmızıbiberlerin ağırlık kaybı hızları izlenmeye çalışılmıştır.

İçi açılarak tohumlar ve plasentası çıkartılan kırmızıbiberlere ait örneklerin 48 saat içinde sabit ağırlığa gelmesi ve su aktivitelerinin 0,70'ın altına inmesine karşılık kapalı örneklerde ise kurumanın 8-13 gün sürdüğünü görülmüştür. İçi açılarak kurutulan biberlerde diş yüzey ve i yüzeyin hemen üzerindeki havanın nisbi rutubeti hep <%70 olarak gözlenmiştir. Tüm olarak kurutulan kırmızıbiberlerde ise diş yüzeyin hemen üzerindeki havanın nisbi rutubeti yine <%70'den küçük bulunurken i yüzeye bakan meyve içi, kapalı hava ortamının nisbi rutubetinin hemen hemen ürünün su aktivitesiyle dengede ve çok uzun bir süre hep >%90 olarak kaldığı gözlenmiştir.

Kuf sayım sonuçları, tüm kırmızıbiberlerde  $2.7 \times 10^4$ - $1.55 \times 10^6$  arasında değişirken içi açılanlarda  $4.5 \times 10^3$ - $3.15 \times 10^5$  arasında olduğu, açarak kurutmanın toplam kuf sayısını bir logaritmik devre kadar azalttığı görülmüştür.

Yapılan bu çalışmada içi açılarak kurutulan 9 kırmızıbiber örneğinden sadece 1 adedinde, toprakta kurutulanda 80 ppb Aflatoksin B<sub>1</sub> bulunurken kapalı olarak kurutulan 9 adet kırmızıbiberden 4 adedinde 20-80 ppb arasında Aflatoksin B<sub>1</sub>'e rastlanmıştır.

Zedeleme ve spor yükünün etkisini incelemek amacıyla tek kaynaktan sağlanan kırmızıbiberler açık ve kapalı olarak kurutmaya hazırlandıktan sonra bir kısmı mekanik olarak zedelenerek acık-zedeli, kapalı-zedeli, açık-sağlam ve kapalı sağlam olmak üzere 4 grup materyal oluşturulmuştur. Her grubun yarısı 105 adet spor/biber oranında *A. flavus* sporları ile açıldıktan sonra kurutmaya bırakılmıştır. Kurutma sonucu hiç bir biberin diş yüzeyinde fungus kolonisi oluşmamıştır. açılan biberlerde gözle görülebilir bir kolonizasyona rastlanmamıştır. açılan kapalı biberlerin zedeli olanlarında 100 taneden 16 sında toplam 22 adet ve sağlam olanlarda 100 taneden ikisinde *A. flavus* kolonisine rastlanırken açılanmamışların hiçbirinde *A. flavus* kolonisi gözlenmemiştir. Diğer funguslara ait koloniler sağlam kapalı biberlerin %2 sine görülürken bu oran zedelenmişlerde %4-8 koloni/100 adet biber civarında kalmıştır.

Yapılan bu çalışma kırmızıbiberin kuruma sürecinde i boşluğunun i yüzeyde fungal kolonizasyon için uygun bir ortam oluşturduğunu, zedelenmenin ve ortamda yeterli miktarda sporun bulunması ile i ortamda koloni gelişiminin arttığı gösterilmiştir. Kırmızıbiberlerin iç yüzeyi tamamen diş atmosfer ile temas edecek şekilde açılarak kurutulmaları durumunda ise fungal yük, kolonizasyon ve aflatoksin oluşumu önemli ölçüde engellenmektedir.

**ABSTRACT:** In this study, the effect of form, place, injury and spore load on aflatoxin formation in the red peppers at the drying stage was investigated. For this purpose, the red peppers were dried in two forms, which are drying as whole and as opened and these forms of red peppers were dried on three different places, strung, on the ground and on the concrete. The red peppers supplied from three sources are dried in six ways mentioned above and in the dried red peppers mould count, *A. flavus* group detection and aflatoxin determination were done. Through the drying period relative humidity of atmosphere and just on the inner and outer surface and the rate of weight loss of the red peppers were observed periodically.

Water activity and weight loss observations showed that the samples of red peppers, which the seeds and placenta removed, came to stable weight in 48 hours and their water activity decreased under 0,70; however in the samples of whole red peppers drying continued 8-13 days. Whereas mould counts were varying in whole red peppers between  $2.7 \times 10^4$ - $1.55 \times 10^6$  cfu/g, in the opened red peppers the counts were  $4.5 \times 10^3$ - $3.15 \times 10^5$  cfu/g. It has been found that drying by opening decreased the mould count as much as one log cycle. In this study, while 80 ppb aflatoxin B<sub>1</sub> is found in one red pepper out of 9 samples which dried opened, 20-80 ppb aflatoxin B<sub>1</sub> were found in four red peppers out of 9 samples which are dried whole.

In order to investigate mechanical injury and spore load on aflatoxin formation, four groups of red pepper were prepared such as opened-injured, whole-injured, opened-sound and whole sound. Half of each group of red peppers were inoculated by a toxin producing *A. flavus* spp at the level of  $10^5$  spores for each of red pepper and other halves left as non inoculated control. All groups left for drying under the Sun. No colony developed on the outer surface of all red peppers and inner surface of opened red peppers. In inoculated-injured-whole group, 22 *A. flavus* colony developed in the 16 of 100 red peppers. In the whole-inoculated-sound group, only two *A. flavus* colony developed in 100 red peppers. In the non inoculated whole control groups no *A. flavus* colony developed. Colonisation by the other fungi were 2% for sound red peppers and 4-8% for injured whole peppers. According to the results of this study, during the drying period, it has been shown that inner space supplies a suitable humid environment for fungal colonisation at the inner surface of red peppers and the colonisation increases with the presence of enough spore and mechanical injury. If whole red pepper is broken in to pieces to contact inner space with outer atmosphere, fungal development and aflatoxin occurrence decrease significantly.

<sup>1</sup> TÜBİTAK Tarım ve Ormanlık Araştırma Grubu tarafından desteklenmiştir. Proje No: TOGTAG-1489

## GİRİŞ

Genel olarak funguslar tarafından oluşturulan ve canlılara toksik etkisi olan ikincil metabolitler mikotoksin olarak adlandırılmaktadır. 300 den fazla mikotoksinin varlığı bilinmektedir ve 350 den fazla fungus mikotoksin yapıcısı olarak tanımlanmıştır (BETINA, 1989). *A. flavus* Grubu funguslar tarafından oluşturulan Aflatoksinler günümüzde mikotoksinler içinde en çok üzerinde durulan grubu oluşturmaktadır.

Aflatoksinler ürünün tarlada veya bahçede gelişme aşamasında meydana gelebildiği gibi, hasat, kurutma, depolama ve gıda ve yem halinde mamule işleme aşamasında da oluşabilmektedir. Ürün nemi, kurutma hızı, ortamın nisbi rutubeti, sıcaklık, ortamda bulunan fungus veya sporlarının yoğunluğu, gelişen türlerin toksin oluşturma güçleri, mikroorganizmalar arası rekabet, ürünün ve yetiştirilen çeşidin direnci, böcek veya diğer zararlıların faaliyeti, bitki stresi, hava sıcaklığı, atmosferik gazların bileşimi gibi bir çok etken aflatoksin oluşumunu etkilemektedir (HESSELTINE, 1976). Çeşitli kaynaklara göre (HESSELTINE, 1976; Betina 1989) diğer etkenler optimum olduğunda *A. flavus* için minimum delişme sıcaklığı 6-10 0C maksimum ise 42-45°C civarındadır. Fungus aflatoksinleri daha dar bir sıcaklık aralığında üretebilmektedir. Diğer etkenler optimumdan uzaklaştıkça aflatoksin ölçüm aralığıda daralmaktadır (BETINA, 1989; ). Benzer şekilde aflatoksinlerin oluşması için 0.86 dan büyük bir su aktivitesine ihtiyaç vardır. Sıcaklık optimumdan uzaklaştıkça aflatoksin oluşumu için gerekli minimum su aktivitesi değeri de yükselmektedir (TRUKSESS ve ark.,1988; PITT ve HOCKING,1985). Bu nedenle kurutularak muhafaza edilen ürünlerde bu sınırın altına inmek için geçen süre başka bir ifade ile kuruma hızı da oldukça önemli bir etkindir. Yerfıstığı ile yapılan bir çalışmada mekanik zedelenmelerinde aflatoksin oluşumunu artırdığı gösterilmiştir (MIXON ve ROGERS, 1975).

Kırmızıbiber de üretim hasat kurutma ve daha sonraki işleme safhalarında karşı karşıya kaldığı şartlar nedeniyle aflatoksin oluşumuna hassas ürünlerden birisidir. HITOSHI ve ark.(1994) siyah ve beyaz biberde aflatoksin hemen hemen oluşmazken kırmızıbiberde 20 ppm düzeyinde oluştuğunu göstermişlerdir. Yapılan bir çok kontrol çalışması kırmızıbiberlerin aflatoksinle önemli ölçüde kontamine olduğunu göstermektedir. STOLOF (1976) tarafından yapılan bir derlemede Kanada da yapılan bir sorveyde diğer ürünlerin yanında alınan kapsicum grubu biber olan Arnavut biberine ait 33 örnekten 14 adedinde ve 6 adet Hindistan biberi örneğinin hepsinde 2-8 ppb oranında aflatoksinle rastlandığı belirtilmektedir. JELINEK (1987) Dünya çapında yapılan yapılan sorveyleri birleştiren bir derleme çalışmasında; Etopya'dan alınan 16 kırmızıbiber örneğinin 13'ünde ortalama 32 ppb aflatoksin bulunduğunu, yine Etopyadan alınan 16 kırmızı biber salçasının 5'inde ortalama 10 ppb aflatoksin bulunduğunu belirtmiştir. Federal Almanya da yapılan bir çalışmada piyasadan toplanan ve çoğunluğu Türkiye'den ithal edilen 200 adet kırmızıbiber örneğinin yarısından fazlasının limitlerin üzerinde aflatoksin ihtiva ettiği ve bazı örneklerde 243 ppb'ye varan düzeylerde aflatoksin bulunduğu belirlenmiştir (ANONYMOUS,1994). ELDEN TAYDAŞ ve AŞKIN (1995) tarafından yapılan bir çalışmada Kahramanmaraş'ta üretilen kırmızıbiberlerde aflatoksinin esas olarak kurutma döneminde oluştuğunu ortaya konulmuştur. ADEGOKE ve ark.(1996) güneşte kurutulan kırmızı olgun biberlerde aflatoksin bulunmadığını biberlerde dominant florayı *Rhizopus oryzae*, *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Geotrichum candidu* ve *Saccharomyces spp'nin* oluşturduğunu belirtmişlerdir. ÇOKSÖYLER ve ark.(1996) analiz edilen 60 kırmızıbiber örneğinin 40 tanesinin 70 ppb'ye varan düzeylerde aflatoksin içerdiğini belirtmişlerdir. HAZIR ve ÇOKSÖYLER (1998) tarafından yapılan çalışmada 141 kırmızıbiber örneğinin 46'sında (%32.6) 0.45-80.25 ug/kg düzeyinde aflatoksin B1 bulunmuştur. Bu çalışmada Kahramanmaraş ve Gaziantep yöresinden pazar için yapılan üretimden alınan örneklerin %88.2'sinde 0.75-80.25 ppb düzeyinde Aflatoksin B1 bulunurken, Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde evlik denilen ve her evin kendi ihtiyacı için az miktarda ve parçalanıp kurutulan kırmızıbiberlerden alınan örneklerin sadece %24'ünde 0.45-4.71 ppb gibi çok düşük düzeyde Aflatoksin B1 görülmüştür.

Yapılan bu çalışmada ise kırmızıbiberin şeklinin tüm veya parçalanmış oluşunun, ipe dizme toprağa ve betona serme şeklinde olan kurutma yöntemlerinin, kurutma sırasındaki spor yükünün ve zedelenmelerin fungal gelişim ve aflatoksin oluşumu üzerine etkisi olup olmadığı incelenmeye çalışılmış ve kuruma sürecinde aflatoksin oluşumuna etki eden su aktivitesi, sıcaklık nisbi rutubet, biber iç ve dış yüzeyinde nisbi rutubet gibi etkenler ile biberlerin kuruma seyrini göstermek üzere nem kaybı hızı incelenmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Yörede tarımı yapılan belirli bir biber çeşidinin olmaması ve çeşidin köy populasyonu olarak tanımlanması nedeniyle materyal olarak farklı çeşitler yerine farklı yörelerden alınan biberler kullanıldı. Bu amaçla İslahiye'nin iki farklı köyünden ve Kahramanmaraş'ın bir merkez köyünden (Çınarlı'dan) olmak üzere hasat anında üç adet yaklaşık 20'şer kg'lık kırmızıbiber örneği temin edildi. İlk iki örneğin benzer olmasına karşılık Kahramanmaraş'tan temin edilen biberler diğerlerinden daha iri ve daha etli olduğu gözlenmiştir. Her örneğin yarısı içi boydan boya açılarak tohumları ve plasentası çıkarılmış ve sapı alınmıştır (açılan biberler). Diğer yarısı ise olduğu gibi bırakılmıştır (tüm biberler). Daha sonra açık ve kapalı biberler, tekrar üç gruba ayrılmışlardır. Bu üç grup biber, aynı anda, birbirine çok yakın yerlerde beton zemin üzerine yayarak, toprak üzerine yayarak ve ipe dizilip havada asılarak kurumaya terk edilmişlerdir.

Spor yükünün etkisini belirleme ile ilgili çalışmada Kahramanmaraş'tan sağlanan bir kırmızıbiber örneği kullanılmıştır. Kırmızı biberlerin bir kısmı yukarıda belirtildiği gibi açıldıktan sonra, açık ve kapalı biberlerin birer bölümü biber etini tamamen delmeyecek derinlikte çizgiler ile zedelenmiştir. Böylece elde edilen 4 grup tekrar ikiye bölünerek birer yarısını şahit olarak bırakılmış ve diğer yarısını *A.flavus* suspansiyonu ile aşılantıdır. Bu grup biberler sadece betona sererek kurutulmuş ve sadece kurutma sonunda *A.flavus* kolonizasyonu için incelenmişlerdir.

### Metot

1. Biber örneklerinde nem kaybı; yukarıda belirtildiği gibi her grupta tesadüfi olarak alınan birer biberin periyodik olarak tartımı ile yapıldı. Örnekler sabit ağırlığa gelince kurutmaya son verildi. Birim zamandaki % ağırlık kaybı hızını belirlemek için;

$$\text{Ağ.Ka.Hızı (\%)} = 100 \cdot (W_{t1} - W_{t2}) / (W_0 \cdot (t2 - t1))$$

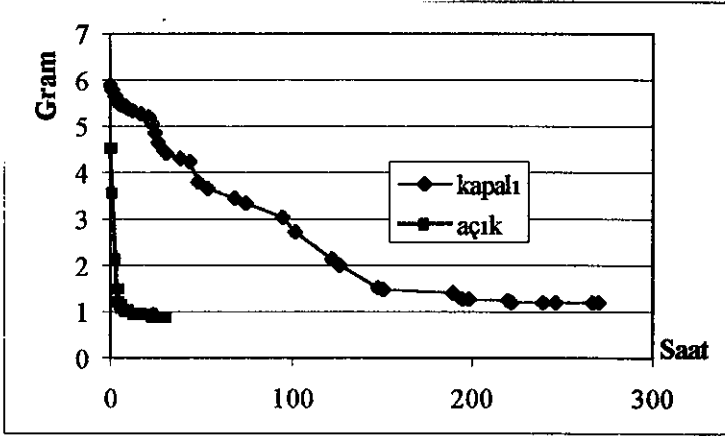
Denkliği kullanılmıştır. Denklikte;  $W_0$  kurutma başlangıcında  $W_{t1}$  ve  $W_{t2}$  ölçüm aralığının başında ve sonunda;  $t1$  ve  $t2$ 'ci saatlerde biberin gram olarak ağırlığıdır.

2. Ortam sıcaklığı ve nisbi rutubet tayini; çalışma süresince ortam sıcaklığı ve nisbi rutubetin bir elektronik termometre /higrometre ile ölçüldü.
3. Biber örneklerinde su aktivitesi tayini (testi): Bu amaçla NORDHOLD ve HEUVVELMAN (1982) tarafından tuz kristalleri erime yönteminden yararlanıldı.
4. Biber örneklerinde iç yüzeyde nisbi nem tayini: Bu amaçla yukarıda belirtilen yöntemin ÇOKSÖYLER (1984) de tanımlanan bir modifikasyonu kullanıldı. Testte kullanılan tuzlar plastik bir şerit üzerine tutturulup açık biberlerde iç yüzey üzerine konuldu. Kapalı biberlerde ise belirtilen preparat biberin uç kısmı kesilerek içine yerleştirildi ve kapatıldı. Metodun orjnal halinde belirtildiği gibi ürünün su aktivitesi eriyen tuzlara göre belirlendi.
5. Tam kurumamış (yöresel adı ile patlak biber) oranının tayini: Bu amaçla kurutulmakta olan yığından rasgele 100 adet biber alındı. Her biber elle yoklanarak (gevreklik ve yumuşaklığı incelenerek) kuru olup olmadığına bakıldı.
6. Küf miktarının tayini: GÜRGÜN ve HALKMAN (1990) tarafından belirtildiği şekilde sayım yapıldı. Ancak gelişen tüm koloniler gözle ve mikroskopla incelenerek küf kolonisi olup olmadıkları belirlendi.
7. *A.flavus* gurubu fungusların belirlenmesi: Petri kutularında gelişen küf kolonilerinden RAPER ve FENNEL (1965), SİMLİTH (1971) ve PITT ve HOCKING (1985) den yararlanılarak yapılmıştır.

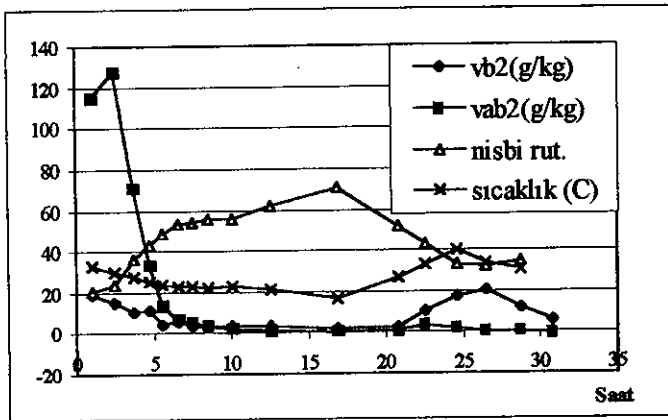
8. Aflatoksin tayini : Kırmızı biber örneklerinde aflatoksin tayini MASERUS ve ZAKARIA (1992) de belirtildiği şekilde yapılmıştır.
9. İnokulasyon için spor suspansiyonunun hazırlanması: TÜBİTAK MAM'dan sağlanan bir *A.flavus* suşu ÇOKSÖYLER ve ark. (1991) de belirtildiği şekilde üretildi ve %0.02'lik Tween 80 içinde  $10^7$  adet spor/ml yoğunluğunda bir suspansiyon haline getirildi. Bu suspansiyon bir el püskürtücüsü ile biber başına  $10^5$  adet spor olacak miktarda her grup biber üzerine püskürtüldü.
10. Kırmızı biberlerde kolonizasyonun belirlenmesi : Biberler göz ile incelenerek çıplak gözle görülebilir büyüklükteki koloniler sayılmıştır.

## SONUÇ

Kırmızı biberlerde kuruma süresince nem azalışı Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Islahiye'den alınan ve betonda kurutulmuş bir kırmızı biber örneğinin açık ve tüm olarak iki şeklinin kuruma süresince ağırlık kaybı



Şekil 2. Kurutulmakta olan biberlerin birim zamanda nem kaybı (g/kg-saat), ortam sıcaklığı (°C) ve ortam nisbi rutubetinin (%) kuruma süresince değişimi

Şekilde görüldüğü gibi; açık biberlerdeki ağırlık kaybı 48 saatten daha kısa bir sürede tamamlandığı halde kapalı olan biberlerde 250-300 saat kadar sürmüştür. Benzer durum grafik haline getirilmemiş diğer örneklerde de görülmektedir. Bu durum parçalanmış, açılmış kırmızı biberlerin çok daha hızlı kurumasından kaynaklanmaktadır.

Kurutulmakta olan biberlerin birim zamanda nem kaybı Şekil 2'de yer almaktadır.

Şekil 2'de görüldüğü gibi gün içinde sıcaklık yükselirken nisbi rutubet azalmış, sıcaklık düştüğü zamanda en yüksek noktaya ulaşmıştır. Yine Şekil 2'de kuruma süresi boyunca ağırlık kaybı hızı da azalma göstermektedir. Benzer durum TURAN ve ark. (1997) tarafından da kırmızı biberin kurutulmasında sabit hız bölümü bulunmadığı şeklinde gösterilmiştir. Sıcaklığın ve nisbi rutubetin kuruma süresince değiştiği doğal kurutmada sıcaklığın arttığı

ve nisbi nemin düştüğü anlarda ağırlık kaybı hızı da artma göstermiştir. Kırmızıbiber yüzey alanları, kalınlıkları gibi ölçümler alınmadığından kuruma kinetiği ile ilgili difüzyon katsayısı gibi gerçek parametreler hesaplanamamış ve nisbi nem ve sıcaklıkla kuruma hızı matematiksel olarak ilişkilendirilememiştir.

Nisbi rutubet, sıcaklık ve kurutma süresinin değişiminin önemsiz kabul edilebileceği kadar kısa bir sürede ve her iki şekil kırmızıbiberinde aynı özellikte olduğu kurutmanın ilk saatinde hesaplanan hız değerleri Çizelge 1'de ve bunlara ait varyans analizi Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kurutmanın İlk Saatinde Ağırlık Kaybı Hızlarının ( g/100g) Örnek,Şekil ve Yere Bağlı Olarak Değişimi

	1. örnek (ıslahiye)		2. örnek (ıslahiye)		3. örnek (K.maraş)		Ortalama	
	Kapalı	Açık	Kapalı	Açık	Kapalı	Açık	Kapalı	Açık
Beton	2,20	21,93	1,92	11,53	1,8	26,64	1,97	20,03
Toprak	2,36	42,71	2,43	33,12	2,69	34,14	2,49	36,66
ip	2,09	29,26	2,38	23,16	3,95	33,50	2,81	28,64
Ortalama	2,22	31,30	2,24	22,60	2,81	31,43	2,42	28,44

Çizelge 2. Şekil, Kurutma Yeri ve Örnek Farklılığının Ağırlık Kaybı Hızları Üzerine Etkisine Ait Varyans Analizi Tablosu

Varyans Kaynağı	K.T.	S.D.	K.O.	F
Şekil	3044,13	1	3044,13	106,19**
Kurutma Yeri	220,95	2	110,48	3,85
Numune No	81,63	2	40,81	1,42
Hata	340,01	12	-	-

Çizelge 2'de görüldüğü gibi numuneler ve kurutma yerleri arasındaki fark istatistik olarak önemsiz bulunurken biberlerin açık (parçalanmış) ve kapalı (tüm) oluşlarının neden olduğu farklılık oldukça önemli bulunmuştur. İki şekil arasındaki fark Çizelge 1'de görüleceği gibi 5- 17 kat ve ortalama yaklaşık 11 kat olmuştur. Bu farklılığı biberlerin açılması ile ilk yüzey alanlarının iki katına veya biraz daha yukarısına çıkması ile izah etmek pek mümkün görülmemektedir.

Çizelge 3. Kırmızı Biberlerde Kurutma Sürecinde Tam Kurumamış Olanların Miktarı(%)

Gün	1. örnek (ıslahiye)						2. örnek (ıslahiye)						3. örnek (K.maraş)					
	toprak		beton		ip		toprak		beton		ip		toprak		beton		ip	
	Ka.	Aç.	Ka.	Aç.	Ka.	Aç.	Ka.	Aç.	Ka.	Aç.	Ka.	Aç.	Ka.	Aç.	Ka.	Aç.	Ka.	Aç.
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
5	64	0	46	0	62	0	65	0	47	0	68	0	95	0	91	0	99	0
6	66	-	45	-	63	-	64	-	48	-	66	-	92	-	92	0	99	0
8	55	-	39	-	64	-	48	-	45	-	64	-	88	-	89	-	98	-
10	32	-	22	-	50	-	40	-	24	-	60	-	82	-	86	-	99	-
11	12	-	14	-	21	-	20	-	10	-	23	-	40	-	54	-	86	-
12	6	-	1	-	12	-	2	-	4	-	20	-	32	-	46	-	86	-
18	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	12	-	4	-	23	-
19	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	10	-	6	-	12	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	8	-	12	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	2	-	8	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	0	-	5	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	0	-

SOMOS (1984) baharatlık biber çeşitlerinin meyve örtüsünün (perikarp) kalın bir kütüküla tabakası ile kaplı olduğunu ve hücrelerinin duvarlarının kalınlaşmış olduğunu belirtmiştir. Bunun içinde de ince duvarlı parankima hücreleri yer almaktadır. Dış yüzeyden nem kaybını azaltmada etkili olan bu yapının açık ve kapalı olarak kurutulan bu biberlerde nem kaybı farklılığının nedeni olduğu düşünülmektedir. İç ve dış yüzeylerdeki bu farklılık kontrollü şartlar altında difüzyon katsayılarının bulunması ile tam olarak ortaya konabilir.

Kurutmanın homojenliği için gerekli tüm önlemler alınmış olmasına karşılık aynı gruptaki kırmızıbiberler arasında kuruma süreleri yönünden önemli farklılıklar görülmüştür. Bu durum Çizelge 3'de açık olarak görülmektedir.

Çizelge 3 incelendiğinde kurutmanın 5. Gününde açık kırmızıbiberlerin tamamı kuru olduğu halde kapalı olanların kuruması çok daha uzun sürmüştür. Kurutmanın 18. gününden itibaren bu oranın iki örnekte %0'a indiği; daha etli ve büyük meyveleri olan Kahramanmaraş (Çınarlı) örneğinde ise her üç kurutma yerinde kurutmanın 22. gününe kadar %2-8 oranında kurumamış kırmızıbiberlere rastlandığı görülmektedir. Genelde çiftçi kırmızıbiberi bu kadar uzun bir süre kurutma sergeninde tutmadığından her kurutulmuş biber yığını içinde bir miktar kurumamış biber meyvesi bulunmaktadır. Depoda daha uzun bir süre bu halini muhafaza edecek olan kurumamış biberler, diğer ürünlerde olduğu gibi *A.flavus* gelişimi ve aflatoksin oluşumu için potansiyel ortamları teşkil etmektedir. Bu durumda biberin açılarak kurutulmasının kurumamış tane kalmaması yönünden de önemli olduğu söylenebilir.

Genel olarak tam kurumamış taneler aflatoksin oluşumu için potansiyel bir kaynak olduklarından dolayı su aktivitesi testleri rastgele numuneler yerine daha nemli olan bu meyvelerde yapılmıştır.

Açık ve kapalı biberlerde su aktivitesinin azalışı Çizelge 4'de görülmektedir.

Çizelge 4. Açık ve Kapalı Biberlerde Kurutma Süresince Su Aktivitesinde Değişimi

Açık Biberlerde Kurutma Süresince Su Aktivitesinde Değişimi									
süre (gün)	1. örnek (Islahiye)			2. örnek (Islahiye)			3. örnek (Kahramanmaraş)		
	toprak	beton	ip	toprak	beton	ip	toprak	beton	ip
0	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91
1	<0.70	0.70-0.75	0.70-0.75	0.75-0.86	.75-0.86	<0.70	0.70-0.75	0.70-0.75	0.70-0.75
2	<0.70	<0.70	<0.70	<0.70	<0.70	<0.70	<0.70	<0.70	<0.70
Tüm Kapalı Biberlerde Kurutma Süresince Su Aktivitesinde Değişim									
0	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91
1	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91
2	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91
4	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91
5	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91
6	0.86-0.91	>0.91	0.86-0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91	>0.91
8	0.75-0.86	0.86-0.91	0.75-0.86	0.86-0.91	>0.91	0.86-0.91	>0.91	>0.91	>0.91
10	0.86-0.91	>0.91	0.86-0.91	>0.91	>0.91	>0.91	0.86-0.91	>0.91	>0.91
11	0.75-0.86	0.86-0.91	0.75-0.86	0.86-0.91	0.86-0.91	0.75-0.86	>0.91	>0.91	0.86-0.91
12	0.75-0.86	0.75-0.86	0.86-0.91	0.86-0.91	0.86-0.91	0.75-0.86	>0.91	>0.91	>0.91
13	0.75-0.86	0.75-0.86	0.70-0.75	0.86-0.91	0.86-0.91	0.70-0.75	>0.91	>0.91	0.86-0.91
14	0.75-0.86	0.75-0.86	0.70-0.75	0.86-0.91	0.86-0.91	<0.70	>0.91	>0.91	0.86-0.91
16	0.70-0.75	0.70-0.75	0.70-0.75	0.75-0.86	0.75-0.86	<0.70	0.86-0.91	0.86-0.91	0.75-0.86
18	<0.70	<0.70	<0.70	0.70-0.75	0.70-0.75	<0.70	0.75-0.86	0.75-0.86	0.75-0.86
19	<0.70	<0.70	<0.70	<0.70	<0.70	<0.70	0.75-0.86	0.70-0.75	0.70-0.75
20	-	-	-	-	-	-	0.75-0.86	0.70-0.75	0.70-0.75
22	-	-	-	-	-	-	0.75-0.86	0.70-0.75	0.70-0.75
24	-	-	-	-	-	-	0.70-0.75	<0.70	<0.70

Çizelge 4'de görüldüğü gibi açık biberler 48 saatte mikrobiyolojik olarak bozulmayacak kadar (Su aktivitesi <0.70) kurudukları halde kapalı biberlerde bu süre aynı şartlarda en az 12 gün olmuştur. Az sayıda da olsa bazı biberlerin kuruması 14-26 gün almıştır.

Bu çalışmada gözlenen bir özellik de biberlerin iç ve dış yüzeyinde havanın nisbi rutubetinin ne olduğudur. Bu amaçla Metot (4)'de belirtilen preparat açık ve kapalı biberlerde iç ve dış yüzeye yapıştirilerek izlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 5'de açılmış biberlerin iç ve dış yüzeyi ve tüm biberlerin dış yüzeyine temas eden hava ortamının nisbi rutubeti verilmiştir.

Çizelge 5. Kırmızıbiberlerde İç ve Dış Yüzeye Temas Eden Havada Nisbi Rutubetin Kurutma Süresinde Değişimi

Açık Kırmızıbiberlerde İç Yüzeyde Nisbi Rutubetin Kurutma Sürecinde Değişimi									
Süre(gün)	1. örnek (ıslahiye)			2. örnek (ıslahiye)			3. örnek (Kahramanmaraş)		
	toprak	beton	ip	toprak	beton	ip	toprak	beton	ip
0-2	<70	<70	<70	<70	<70	<70	<70	<70	<70
Açık Kırmızıbiberlerde Dış Yüzeyde Nisbi Rutubetin Kurutma Sürecinde Değişimi									
0-2	<70	<70	<70	<70	<70	<70	<70	<70	<70
Kapalı (Tüm) Kırmızıbiberlerde Dış Yüzeyde Nisbi Rutubetin Kurutma Sürecinde Değişimi									
0-24	<70	<70	<70	<70	<70	<70	<70	<70	<70
Kapalı (Tüm) Kırmızıbiberlerde İç Hava Boşluğunda Nisbi Rutubetin Kurutma Sürecinde Değişimi									
0	>91	>91	>91	>91	>91	>91	>91	>91	>91
1	>91	>91	>91	>91	>91	>91	>91	>91	>91
2	>91	>91	>91	>91	>91	>91	>91	>91	>91
4	>91	>91	86-91	>91	>91	>91	>91	>91	>91
5	>91	>91	86-91	>91	>91	>91	>91	>91	>91
6	>91	>91	86-91	>91	>91	>91	>91	>91	>91
8	86-91	>91	86-91	86-91	>91	86-91	>91	>91	>91
10	75-86	>91	86-91	>91	>91	>91	86-91	>91	>91
11	86-91	86-91	86-91	86-91	>91	75-86	>91	>91	>91
12	86-91	75-86	86-91	86-91	86-91	75-86	>91	>91	86-91
13	75-86	75-86	70-75	86-91	86-91	70-75	>91	>91	86-91
14	75-86	75-86	70-75	86-91	86-91	<70	>91	>91	86-91
16	70-75	70-75	<0.70	75-86	75-86	<70	86-91	86-91	75-86
18	<70	<70	<70	70-75	70-75	<70	75-86	75-86	75-86
19	<70	<70	<70	<70	<70	<70	86-91	70-75	70-75
20	-	-	-	-	-	-	75-86	70-75	70-75
22	-	-	-	-	-	-	75-86	70-75	70-75
24	-	-	-	-	-	-	70-75	<70	70-75

Çizelge 5'de de görüleceği gibi açık kırmızıbiberlerin iç ve dış yüzeyi ile kapalı kırmızıbiberlerin dış yüzeyine temas eden havanın nisbi rutubeti hep <%70 şeklinde tespit edilmiştir. Dış yüzey, açık atmosferle dengede bulunduğu için bu değerler normal sayılmalıdır. Açık biberlerin iç yüzeyinde de aynı durumun görülmesi açılma ile iç yüzeylerin de aynı şekilde açık atmosferin etkisine maruz kaldığını göstermektedir. Kapalı biberlerin iç yüzeyinde ise Çizelge 5'de görüldüğü gibi ancak beşinci günde bazı biberlerde nisbi rutubet %85-91

ağırlığına inmiştir. Çizelge 4 ve 5 birlikte incelendiğinde kapalı biberlerde su aktivitesi ile iç kısımlarındaki havanın nisbi rutubeti arasında büyük bir paralellik olduğu görülecektir. Kapalı bir kapta bulunan gıda maddesinin havayı kendi denge nemine getirdiği gibi kapalı biberler de iç boşluklarındaki havayı kendi denge nemlerinde tutmaktadır.

DİENER ve DAVIS (1967) tarafından yapılan bir çalışma yüksek nemli yerfıstıklarının düşük nisbi rutubetli bir ortamda depolandıklarında üzerlerine aşılana *A.flavus* sporlarının çimlenip gelişmediğini, tersine düşük su aktivitesine sahip yerfıstıklarının yüksek nisbi rutubetli ortamda depolandıklarında yüzeydeki sporların çimlenerek kolonize olduklarını göstermektedir. Bu çalışmaya göre sporun bulunduğu yüzeyin üzerindeki havanın nisbi rutubeti ürünün su aktivitesinden daha önemli olduğunu göstermiştir. Nemli ürün içinde hava cepleri oluşmuşsa buradaki havanın nisbi rutubeti ürünün su aktivitesine uygun denge nemine gelecek ve fungal gelişmeye imkan verecektir. Bu çalışmada da kuruma süresi boyunca biberlerin dış yüzeyinin dış atmosferle; % 24- 70 Nisbi rutubetli hava ile temasta iken iç yüzey, ürünün su aktivitesi ile dengede bulunan bir nemli hava ile temastadır. Bu havanın nisbi rutubeti ilk 5-14 gün boyunca %91 in üzerinde olmuş ve bir kısım meyvelerde ancak 10-22 gün sonunda *A.flavus* gelişiminin sınırı kabul edilebilecek %86 değerinin altına inmiştir. Birçok ürün üzerinde veya yayma plaka ortamında *A.flavus'un* 2-5 günde belirgin bir koloni oluşturduğuna dikkat edilirse biber iç yüzeyinde kurutma süresince koloni gelişimi için oldukça uygun bir dönem var gözükmektedir. Gerek bu çalışmada gerekse çiftçi tarafından kurutulan kırmızı biberler incelendiğinde; kolonilerin sadece meyve iç boşluğunda geliştiği gözlenmektedir. Bu olgu, yukarıdaki yorumu doğrulamaktadır. Daha önce kurutulmakta olan kırmızı biberde fungal gelişimi inceleyen çalışmalar bulunmaktadır (ELDEN TAYDAŞ ve AŞKIN 1995). Ancak bu konuda herhangi bir bulgu ve yoruma rastlanmamıştır. Kırmızıbiberde kurutma sırasında iç ortamın açılması biberlerin her tarafının hava ile temasa gelecek şekilde kurutulmaları, iç yüzeyde de koloni oluşumunu engelleyecektir. Yapılan bu çalışmada içi açılmış kırmızı biberlerde bir fungus kolonisi görülmezken kapalı olan biberlerde %5 oranında içinde fungus kolonisi gelişmiş meyvelere rastlanmıştır. Biber örneklerinde toplam fungus sayıları Cetvel 4'de yer almaktadır. Sayım anında morfolojik olarak maya kolonisi benzeyen hiçbir koloni görülemedi. Bu nedenle sayılan kolonilerin hepsi küf olarak kabul edilebilir.

Çizelge 6. Kurutulmuş Kırmızıbiberlerde Küf Sayım Sonuçları(cfu/g)

	1. örnek (ıslahiye)		2. örnek (ıslahiye)		3. örnek (K.maraş)	
	Kapalı	Açık	Kapalı	Açık	Kapalı	Açık
Beton	230000	2500	300000	5500	415000	11500
Toprak	170000	315000	1550000	5000	330000	10000
İp	28000	2000	27000	4500	280000	8000

Çizelge 6'da görüleceği üzere tüm örneklerde küf sayımı 2000 - 1.550.000 arasında değişmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucunda sadece kapalı ve açık örnekler arasındaki fark önemli bulunmuştur. Açık örneklerde küf sayımı 2000-315.000 arasında değişirken ,kapalı örneklerde 27.000-1.550.000 arasında değişmiştir. Buna göre yapılan çalışmada biberleri açarak kurutmanın küf yükünü yaklaşık 1 logaritmik devre azalttığı söylenebilir.

Küf sayımı yapılan plaklarda koloni görünüşü ve mikroskopik incelemelere dayanılarak 9 adet *A.flavus* grup fungus kolonisi belirlenmiştir. Belirlenen tüm *A.flavus* Grup kolonileri açılarak kurutulan örnekler aittir. Bu kolonilerden 6 adedi toprakta kurutulan ve Kahramanmaraş'tan temin edilen kırmızıbiber aittir. Kapalı olarak kurutulan kırmızıbiberlerde *Rhizopus spp.* ve *A.niger* çok baskın hale geldiği gözlenmiştir. Bu örneklerde *A.flavus'a* rastlanmamasının nedeninin de bu baskınlık olduğu düşünülmektedir.

Kurutma döneminde *A.flavus* gelişiminin ve aflatoxin oluşumunun gözlenmesi için yapılan diğer kurutma denemesinde açık ve kapalı kırmızıbiberler yüzeylerinde derin çizikler açarak zedelenmiş ve zedeelenmiş olarak 105 adet spor/biber oranında toksijenik bir *A.flavus* ile aşılansın ve 1-2 sıra kalınlığında bir tabaka oluşturacak şekilde sererek kurumaya bırakılmıştır. Aynı şekilde fakat aşılansınmış biberlerden oluşturulan bir kontrol grubu da oluşturulmuştur. Açık biberler 4 günde tamamen kururken kapalı biberlerde kuruma 10 gün kadar sürmüştür. Kurutma sonunda tüm biberlerin iç ve dış yüzeyleri herhangi bir küf gelişimi ve *A.flavus*



gelişimi yönünden incelenmiş ve aflatoksin analizi yapılmıştır. Daha önceden de gözlemlendiği gibi hiçbir kırmızı-biberin dış yüzeyinde herhangi bir fungal gelişime rastlanmamıştır. Kırmızıbiberlerin iç yüzeyinde *A.flavus* ve diğer fungal kolonizasyon ile aflatoksin miktarları Çizelge 7'de görülmektedir.

Çizelge 7. *A.Flavus*'la Aşılanmış ve Aşılanmamış (Kontrol) Sağlam ve Zedelenmiş Kapalı Kırmızıbiberlerde *A.Flavus* ve Diğer Fungal Gelişme Gözlenen Tane Sayısı ve Toplam Koloni Sayıları ve Aflatoksin Miktarları

	Kapalı (Tüm)				Açık (Parçalanmış)			
	Sağlam		Zedelenmiş		Sağlam		Zedelenmiş	
	Kont.	inok.	Kont.	inok.	Kont.	inok.	Kont.	inok.
<i>A. flavus</i> Kolonisi Oluşan K.B. Say. (%)	0	1	0	13	0	0	0	0
<i>A. flavus</i> Kolonisi Say. (ad/100 ad K.B.)	0	1	0	22	0	0	0	0
Diğer Koloni Oluş. K.B.Say.(%)	2	2	6	4	0	0	0	0
Funguslar Kol. Say. (ad/100 ad K.B.)	2	2	8	4	0	0	0	0

Çizelge 7'de görüldüğü gibi açılmış kırmızıbiberlerde zedelenmiş ve aşılanmış olsa da herhangi bir kolonizasyon gözlenmemiştir. Zedelenmiş ve aşılanmış kapalı (tüm) kırmızıbiberlerde *A.flavus* kolonizasyonu 100 meyveden 13 ünde ve toplam 22 adet olarak görülürken diğer gruplarda sadece 1 meyvede görülmüştür. Bu farklılığın yapılan  $\chi^2$  testiyle de önemli olduğu gösterilmiştir. Bu denemeye dayanılarak ortamda yeteri kadar *A.flavus* sporu bulunduğu zedelenmiş tanelerin kolonize olma olasılıklarının oldukça yüksek olduğunu söylemek mümkündür. *A.flavus* kolonizasyonu için uygun olan bu şartlar kalın serilmiş ayakla veya yaba ile karıştırılan, diğer küflenmiş biberlerden sporların ortama dağıldığı kurutma sergenlerinde çoğunlukla bulunmaktadır.

Benzer şekilde zedelenmiş ve zedelenmemiş biberlerde oluşan diğer funguslara ait koloni sayıları da birbirinden önemli ölçüde farklıdır. Buna dayanılarak zedelenmenin ortamda bulunan diğer fungusların da kolonizasyonunu artırdığı söylenebilir.

Esas kurutma denemesi örneklerde yapılan aflatoksin analizlerine ait sonuçlar Çizelge 8'de görülmektedir.

Çizelge 8. Kurutulmuş Kırmızıbiberlerde Aflatoksin Analiz Sonuçları(ppb)

Kurutulduğu yer	Açık Kırmızıbiberler			Kapalı Kırmızıbiberler		
	1. örnek (İslahiye)	2. örnek (İslahiye)	3. örnek (K.maraş)	1. örnek (İslahiye)	2. örnek (İslahiye)	3. örnek (K.maraş)
Toprak	-	-	80	20	-	80
Beton	-	-	-	-	30	-
İpe dizili	-	-	-	-	-	30

Çizelge 8'de görüleceği üzere açık olarak kurutulan biberlerden sadece toprak üzerinde kurutulan 1 adedinde aflatoksine rastlanırken kapalı olarak kurutulan biberlerin 4 adedinde 20-80 ppb aflatoksine rastlanmıştır. Örnek sayılarının yeterli olmaması nedeniyle bu farklılığın istatistiki olarak önemi gösterilememiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yapılabilmesine olanak sağlayan Prof.Dr.Osman TEKİNEL ve Prof.Dr. KurtuluşTUNCER'e; çalışmanın çeşitli kısımlarında yardımını gördüğüm Nuray BAŞER, A.Arzu AKKAN, Zeki HAZIR ve Filiz BALCI'ya teşekkür ederim.

**KAYNAKLAR**

- ANONYMOUS, 1994. Dışişleri Bakanlığı Avrupa ile İlişkiler Genel Müdür Yardımcılığı'nın 20 Aralık 1994 tarih ve AVTY-94-100-133-2675-4167 Sayılı yazısı ve Eki, Ankara.
- ADEGOKE, G.O., ALLAMU, A.F., AKINGBALA, J.O., AKANNI, A.O. 1996. Influence of sundrying on the chemical composition, aflatoxin content and fungal counts of two pepper varieties-*Capsicum annum* and *Capsicum frutescens* Plant Foods for Human Nutrition 49 113-117.
- BETINA, V. 1989. Mycotoxins-Chemical, Biological and Environmental Aspects. Elsevier (473 p.)
- ÇOKSÖYLER, N. 1984. İçel Yöresinde Yetiştirilen Yerfıstıklarında Aflatoxin Oluşumu Nedenleri Üzerinde Araştırmalar. Basılmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara. 118 sa.
- ÇOKSÖYLER, N., P.ÇAYCI, Ş.ÖZKAYA, H.TUTLUER., 1991. Determination of D10 Radiation Dose of *Aspergillus flavus* Spores in Dried Fig. Turkish Journal of Nuclear Sciences 18 (2) 47-57
- ÇOKSÖYLER VE ARK., 1996. Gıda ve Yemlerde Mikotoksin Düzeylerinin Tesbiti. Alınmıştır: Gıda katkı -Kalıntı ve Bulaşanlarının izlenmesi. Bursa Gıda Teknolojisi Araştırma Enstitüsü. 1996, Bursa. 105-130.
- DIENER, L.D., N.D. DAVIS, 1967. Limiting temperature and relative humidity for growth and production of aflatoxin and free fatty acids by *Aspergillus flavus* in steril peanut. Journal of American oil Chemists Society. 44 259-263.
- ELDEN TAYDAŞ, E., O.AŞKIN, 1995. Kırmızıbiberlerde aflatoxin oluşumu. Gıda 20 (1) 3-8.
- GÜRGÜN, V., HALKMAN, A.K. 1990. Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Demeği Yayın No: 7. 146 sa.
- HAZIR, Z., ÇOKSÖYLER, N., 1998. Farklı Bölgelerde ve Farklı Yöntemlerle Elde Edilen Kırmızıbiberlerde Aflatoxin Düzeyleri. Gıda Mühendisliği Kongresi. 16-18 Eylül 1998 Gaziantep. Sa:479-483.
- HESELTEINE, C.V., 1976. Conditions Leading to Mycotoxin Contamination of Foods and Feeds. Alınmıştır: Mycotoxins and Other Fungal Related Food Problems. Ed. J.V. Rodricks. Washington D.C. Sa:1-22 (411 sa.)
- HITOSHI, I., CHEN, H., BUNNAK, J. 1994. Aflatoxin production by microorganisms of the *Aspergillus flavus* group in Spices and the effect of irradiation.
- JELINEK, C.F., 1987. Distribution of Mycotoxin-An Analsis of Word Wide Commodities Data, including Data From FAO/WHO/UNEP Food Contamination Monitoring Programme. Joint FAO/WHO/UNEP Second international Conference on Mycotoxins. Bangkok, Thailand, 28 Sep.-3 Oct. 1987
- MASERUS, P., ZAKARIA, Z. A Rapid, Sensitive and Economic Method for the Detection, Quantification and Confirmation of Aflatoxins. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung 195 316-319
- MIXON, A.C., K.M. ROGERS, 1975. Factors affecting *Aspergillus flavus* Lk.ex Fr. colonisation of resistant and susceptible genotypes of *Arachis hypogea* L. Peanut Science 2 18-22.
- NORDHOLD, M.D., C.J. HEUVELMAN. 1982. A salt crystal liquefaction test.-A simple method for testing the water activity of food stuffs. Alınmıştır. Handbook on Rapid Detection of Mycotoxins. OECD, January 1982 sa3-7.
- PITT, J.I., A.D. HOCKING. 1985. Fungi and Food Spoilage. Academic Press. inc. Ltd. London. 413 sa.
- RAPER, K.B., D.I. FENNEL. 1965. The Genus *Aspergillus*. The Williams and Wilkins Company. Baltimore 686 sa.
- SMITH, G. 1971. An introduction to industrial Mycology. Edward and Arnold Ltd. London 390 sa.
- SOMOS, A. 1984. The Paprika. Akadémiai Kiadó. Budapest. 302 p.
- STOLOFF, L., 1976. Occurrence of Mycotoxins in Food and Feeds. Alınmıştır. Mycotoxins and Other Fungal Related Food Problems. Ed. J.V. Rodricks. Washington D.C. Sa:23-50. (411 sa)
- TRUCKSESS, M.W., L.STOLOFF, P.B. MISLIVEC, 1988. Effect of temperature, water activity and other toxigenic mold species on growth of *Aspergillus flavus* and aflatoxin production on corn pinto beans and soybeans. Journal of Food Protection 51(5) 361-363.
- TURHAN, M., TURHAN, K.N., ŞAHBAZ, F. 1997. Drying Kinetics of Red Pepper. Journal of Food Processing and Preservation 21 (3) 209-223.