

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***ASPERGİLLUS NİGER* AGG. VE *ASPERGİLLUS CARBONARIUS*'UN
GELİŞMESİNE SICAKLIK VE SU AKTİVİTESİNİN ETKİSİNİN
MODELLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Canel ELİKOĞLU

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***ASPERGİLLUS NİGER* AGG. VE *ASPERGİLLUS CARBONARIUS*'UN
GELİŞMESİNE SICAKLIK VE SU AKTİVİTESİNİN ETKİSİNİN
MODELLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Canel ELİKOĞLU
(506101503)**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Funda KARBANCIOĞLU-GÜLER

HAZİRAN 2013

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 506101503 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Canel ELİKOĞLU**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**ASPERGİLLUS NİGER AGG. VE ASPERGİLLUS CARBONARIUS'UN GELİŞMESİNE SICAKLIK VE SU AKTİVİTESİNİN ETKİSİNİN MODELLENMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Funda KARBANCIOĞLU GÜLER.....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Dilek HEPERKAN
İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. İmge OKTAY BAŞEĞMEZ
Tübitak MAM

Teslim Tarihi: 03.05.2013
Savunma Tarihi: 06.06.2013

ÖNSÖZ

Mikotoksin kontaminasyonu insan sağlığı, ülke ekonomisi ve ürün kaybı açısından önem taşımaktadır. Küf gelişmesi ve mikotoksin üretimi arasında direkt bir ilişki bulunmamaktadır. Fungal gelişmenin önlenmesinin mikotoksin oluşumunu da önleyeceği düşüncesiyle yapılan çalışmada elde edilen modellerden faydalanarak kuru incirde *A. carbonarius* ve *A. niger* agg. gelişmesinin kontrol edilebileceği ve kurutma, işleme, depolama aşamalarında yeni stratejiler geliştirilerek küf gelişmesinin, böylelikle de mikotoksin oluşumunun engellenebileceği düşünülmektedir.

Tez çalışmalarım boyunca, bana her konuda desteğini ve güvenini hissettiren ve bu süreçte bana olabildiğince yardımcı olan, her zaman sevgi ve saygıyla anacağım değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Funda KARBANCIOĞLU-GÜLER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmam sırasında her türlü soruma sabırla cevap veren Levent DİNÇER, Ceren DAŞKAYA DİKMEN ve Sibel ERTUĞRUL'a, teşekkür ederim.

Desteklerini her zaman yanımda hissettiğim beni her konuda ve her zaman destekleyen ve beni her zaman hoşgörü ile karşılayan sevgili annem Şazimet ELİKOĞLU, babam Cemalettin ELİKOĞLU ve ablam Ezgi ELİKOĞLU'na sevgi, saygı ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Varlığını ve desteğini her zaman hissettiğim, her zaman yanımda olan, hiçbir emeğini ve desteğini esirgemeyen, büyük özveri gösteren, bana olan güvenini her zaman hissettiğim Seda YILDIRIM'a sonsuz sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2013

Canel Elikoğlu
(Gıda Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xxiii
ÖZET.....	xxvii
SUMMARY.....	xxix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. <i>Aspergillus section Nigri</i>	3
2.2. <i>A. section Nigri</i> ve Mikotoksinler	5
2.3. Küf Gelişimi ve Mikotoksin Oluşumuna Etki Eden Faktörler	9
2.3.1. Sıcaklık ve su aktivitesi.....	9
2.3.2. Hidrojen iyon konsantrasyonu (pH).....	14
2.3.3. Atmosferin gaz bileşimi	14
2.3.4. Antifungal maddeler ve koruyucular	15
2.3.5. Substrat.....	16
2.3.6. Substrat mikroflorası (Yarışmacı mikroflora)	17
2.3.7. Diğer faktörler.....	18
2.4. Fungal Gelişme ve Kinetik Modelleme	18
2.4.1. Birincil modeller	20
2.4.2. İkincil modeller	22
2.4.3. Üçüncül modeller	24
3. MATERYAL ve METOT	25
3.1. Materyal	25
3.1.1. <i>Aspergillus section Nigri</i> izolatları.....	25
3.1.2. Besiyeri ve çözeltiler	25
3.2. Metot.....	27
3.2.1. Küf izolatlarının ve spor süspansiyonlarının hazırlanması.....	27
3.2.2. İzolatların optimum gelişme sıcaklıklarının incelenmesi	27
3.3. Hesaplamalar ve İstatistiksel Analiz.....	27
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	29
4.1 <i>Aspergillus section Nigri</i> Üyelerinin Gelişimine Sıcaklık ve Su Aktivitesinin Etkisi	29
4.2. Sıcaklığın <i>A. Section Nigri</i> Gelişmesine Etkisinin Modellenmesi.....	39
4.2.1 Gelişme hızının sıcaklığın fonksiyonu olarak modellenmesi.....	40
4.2.2. Lag fazının sıcaklığın fonksiyonu olarak modellenmesi.....	45
4.3. Su Aktivitesinin <i>A. Section Nigri</i> Gelişmesine Etkisinin Modellenmesi	50
4.3.1. Gelişme hızının su aktivitesinin fonksiyonu olarak modellenmesi	50
4.3.2. Lag fazı süresinin su aktivitesinin fonksiyonu olarak modellenmesi	58

4.4. Sıcaklık ve Su Aktivitesinin A . Section <i>Nigri</i> Gelişmesine Birlikte	
Etkisinin Modellenmesi	64
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	75
KAYNAKLAR.....	79
EKLER	91
ÖZGEÇMİŞ.....	145

KISALTMALAR

CYA	: Czapek Yeast Ekstract Agar
EC	: Avrupa Birliği Komisyonu
EFSA	: Avrupa Gıda Güvenliği Ajansı
MEA	: Malt Ekstract Agar
OTA	: Okratoksin A
FB2	: Fumonisin B2
YES	: Yeast Ekstract Sucrose
aw	: Su aktivitesi
a_w min	: Gelişim için sınır su aktivitesi değeri
g(μ)	: Gelişme hızı (mm/ gün)
μ_{max}	: Maksimum gelişme hızı (mm/gün)
λ	: Lag fazı süresi (gün)
λ_{germ}	: Çimlenme öncesi lag fazı süresi (gün)
P	: Çimlenen sporların yüzde değeri (%)
P_{max}	: Çimlenen sporların en yüksek yüzdesi(%)
y	: Koloni çapı (mm, μ m)
y_{max}	: Elde edilen maksimum koloni çapı (mm, μ m)
y₀	: Başlangıç koloni çapı (genellikle 0 mm olarak alınır)
r	: $P = P_{max}/ 2$ olduğu andaki süre (gün)
k	: Çimlenen sporların artan oranı için eğim katsayısı
t	: Süre (gün)
N	: Spor sayısı
N₀	: Başlangıç spor sayısı
k_i	: İnaktivasyon hızı (1/dakika)
T	: Sıcaklık (°C)
Tmin	: Gelişme için sıcaklık alt sınırı (°C)
Tmax	: Gelişme için sıcaklık üst sınırı(°C)
Topt	: Gelişme hızının maksimum olduğu sıcaklık değeri
b, c, c₀, c₁, c₂, c₃, c₄, c₅, c₆	: Hesaplanan sabit katsayılar

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : <i>A. section nigri</i> , <i>A. niger</i> agg. ve <i>A. carbonarius</i> küfleri için farklı çalışmalarda elde edilen minimum ve optimum sıcaklık/su aktivitesi değerleri.	13
Çizelge 3.1 : <i>Aspergillus</i> section <i>Nigri</i> üyesi izolatlar	25
Çizelge 3.2 : CYA besiyerinin kimyasal bileşimi.	26
Çizelge 3.3 : İz metal çözeltisinin kimyasal bileşimi.	26
Çizelge 3.4 : Czapek çözeltisi kimyasal bileşimi.	26
Çizelge 3.5 : Malt ekstrakt agar besiyeri kimyasal bileşimi.	26
Çizelge 3.6 : Tween 80 çözeltisinin kimyasal bileşimi.	27
Çizelge 4.1 : <i>Aspergillus niger</i> agg. izolatların farklı sıcaklık ve su aktivitelerinde gelişme hızları ve lag fazı süreleri.	31
Çizelge 4.2 : <i>Aspergillus carbonarius</i> izolatların farklı sıcaklıklarda gelişme hızları ve lag fazı süreleri.	36
Çizelge 4.3 : <i>A. niger</i> agg. izolatları için geliştirilen Arhenius-Davey modelin, $\ln(g) = C_0 + C_1/T + C_2/T^2$, katsayılar, R^2 'leri ve hata kareler ortalaması (KOhata).	41
Çizelge 4.4 : <i>A. carbonarius</i> izolatları için geliştirilen Arhenius-Davey modelin, $\ln(g) = C_0 + C_1/T + C_2/T^2$, katsayılar, R^2 'leri ve hata kareler ortalaması (KOhata).	42
Çizelge 4.5 : <i>A. niger</i> aggregate izolatları için geliştirilen Arhenius-Davey modelin, $\ln(1/\lambda) = C_0 + C_1/T + C_2/T^2$, katsayılar, R^2 'leri ve hata kareler ortalaması (KOhata).	47
Çizelge 4.6 : <i>A. carbonarius</i> izolatları için geliştirilen Arhenius-Davey modelin, $\ln(1/\lambda) = C_0 + C_1/T + C_2/T^2$, katsayıları, R^2 'leri ve hata kareler ortalaması(KOhata).	48
Çizelge 4.7 : <i>A. niger</i> aggregate izolatları için geliştirilen Arhenius-Davey modelin, $\ln(g) = C_0 + C_1b_w + C_2 b_w^2$, katsayıları, R^2 'leri ve hata kareler ortalaması (KOhata).	51
Çizelge 4.8 : <i>A. carbonarius</i> izolatları için geliştirilen Arhenius-Davey modelin, $\ln(g) = C_0 + C_1b_w + C_2 b_w^2$, katsayıları, R^2 'leri ve hata kareler ortalaması (KOhata)..	53
Çizelge 4.9 : <i>A. niger</i> aggregate izolatları için geliştirilen Arhenius-Davey modelin, $\ln(1/\lambda) = C_0 + C_1b_w + C_2 b_w^2$, katsayıları, R^2 'leri ve hata kareler ortalaması (KOhata).	59
Çizelge 4.10 : <i>A. carbonarius</i> izolatları için geliştirilen Arhenius-Davey modelin, $\ln(1/\lambda) = C_0 + C_1b_w + C_2b_w^2$, katsayıları, R^2 'leri ve hata kareler ortalaması (KOhata).	61

Çizelge 4.11 : <i>A. niger</i> aggregate izolatları için geliştirilen $\ln(g) = C_0 + C_1b_w + C_2b_w^2 + C_3T + C_4T^2 + C_5Tb_w$ modelinin katsayıları, R^2 'leri ve hata kareler ortalaması (KOhata).....	65
Çizelge 4.12 : <i>A. niger</i> aggregate izolatları için geliştirilen $\ln(1/\text{lag fazı}) = C_0 + C_1a_w + C_2a_w^2 + C_3T + C_4T^2 + C_5Ta_w$ modelinin katsayıları, R^2 'leri ve hata kareler ortalaması (KOhata).....	65
Çizelge 4.13 : <i>A. carbonarius</i> izolatları için geliştirilen $\ln(g) = C_0 + C_1b_w + C_2b_w^2 + C_3T + C_4T^2 + C_5Tb_w$ modelinin katsayıları, R^2 'leri ve hata kareler ortalaması (KOhata).....	66
Çizelge 4.14 : <i>A. carbonarius</i> izolatları için geliştirilen $\ln(1/\lambda) = C_0 + C_1a_w + C_2a_w^2 + C_3T + C_4T^2 + C_5Ta_w$ modelinin katsayıları, R^2 'leri ve hata kareler ortalaması (KOhata).....	66
Çizelge A.1 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	91
Çizelge A.2 : 0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	91
Çizelge A.3 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	91
Çizelge A.4 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	91
Çizelge A.5 : 0,85 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	92
Çizelge A.6 : 40°C'de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	92
Çizelge A.7 : 35°C'de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	92
Çizelge A.8 : 30°C'de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	92
Çizelge A.9 : 25°C'de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	92
Çizelge A.10 : 20°C'de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	93
Çizelge A.11 : 15°C'de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	93
Çizelge A.12 : <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	93
Çizelge A.13 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	93
Çizelge A.14 : 0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	94
Çizelge A.15 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	94
Çizelge A.16 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	94
Çizelge A.17 : 0,85 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	94
Çizelge A.18 : 40°C'de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	94
Çizelge A.19 : 35°C'de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	95

Çizelge A.20 : 30°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	95
Çizelge A.21 : 25°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	95
Çizelge A.22 : 20°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	95
Çizelge A.23 : 15°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	95
Çizelge A.24 : <i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	96
Çizelge A.25 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	96
Çizelge A.26 : 0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	96
Çizelge A.27 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	96
Çizelge A.28 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	97
Çizelge A.29 : 0,85 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	97
Çizelge A.30 : 40°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	97
Çizelge A.31 : 35°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	97
Çizelge A.32 : 30°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	97
Çizelge A.33 : 25°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	98
Çizelge A.34 : 20°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	98
Çizelge A.35 : 15°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	98
Çizelge A.36 : <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	98
Çizelge A.37 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	99
Çizelge A.38 : 0,97su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	99
Çizelge A.39 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	99
Çizelge A.40 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	99
Çizelge A.41 : 0,85 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	99
Çizelge A.42 : 40°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	100
Çizelge A.43 : 35°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	100
Çizelge A.44 : 30°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	100

Çizelge A.45 : 25°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	100
Çizelge A.46 : 20°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	100
Çizelge A.47 : 15°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	101
Çizelge A.48 : <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	101
Çizelge A.49 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	101
Çizelge A.50 : 0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	101
Çizelge A.51 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	102
Çizelge A.52 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	102
Çizelge A.53 : 0,85 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	102
Çizelge A.54 : 40°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	102
Çizelge A.55 : 35°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	102
Çizelge A.56 : 30°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	103
Çizelge A.57 : 25°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	103
Çizelge A.58 : 20°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	103
Çizelge A.59 : 15°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	103
Çizelge A.60 : <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	104
Çizelge A.61 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 35X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	104
Çizelge A.62 : 0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 35X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	104
Çizelge A.63 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 35X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	105
Çizelge A.64 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 35X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	105
Çizelge A.65 : 0,85 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 35X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	105
Çizelge A.66 : 40°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 35X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	105
Çizelge A.67 : 35°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 35X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	106
Çizelge A.68 : 30°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 35X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	106
Çizelge A.69 : 25°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 35X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	106

Çizelge A.70 : 20°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 35X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	106
Çizelge A.71 : 15°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 35X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	106
Çizelge A.72 : <i>Aspergillus carbonarius</i> 35X1 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	107
Çizelge A.73 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 57D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	107
Çizelge A.74 : 0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 57D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	107
Çizelge A.75 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 57D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	107
Çizelge A.76 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 57D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	108
Çizelge A.77 : 40°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 57D1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	108
Çizelge A.78 : 35°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 57D1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	108
Çizelge A.79 : 30°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 57D1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	108
Çizelge A.80 : 25°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 57D1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	108
Çizelge A.81 : 20°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 57D1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	109
Çizelge A.82 : 15°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 57D1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	109
Çizelge A.83 : <i>Aspergillus carbonarius</i> 57D1 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	109
Çizelge A.84 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 65D9 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	109
Çizelge A.85 : 0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 65D9 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	110
Çizelge A.86 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 65D9 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	110
Çizelge A.87 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 65D9 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	110
Çizelge A.88 : 40°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 65D9 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	110
Çizelge A.89 : 35°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 65D9 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	110
Çizelge A.90 : 30°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 65D9 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	111
Çizelge A.91 : 25°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 65D9 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	111
Çizelge A.92 : 20°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 65D9 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	111
Çizelge A.93 : 15°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 65D9 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	111
Çizelge A.94 : <i>Aspergillus carbonarius</i> 65D9 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	112

Çizelge A.95 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 2004X2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	112
Çizelge A.96 : 0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 2004X2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	112
Çizelge A.97 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 2004X2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	112
Çizelge A.98 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 2004X2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	113
Çizelge A.99 : 0,85 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 2004X2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	113
Çizelge A.100 : 40°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 2004X2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	113
Çizelge A.101 : 35°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 2004X2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	113
Çizelge A.102 : 30°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 2004X2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	113
Çizelge A.103 : 25°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 2004X2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	114
Çizelge A.104 : 20°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 2004X2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	114
Çizelge A.105 : 15°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 2004X2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	114
Çizelge A.106 : <i>Aspergillus carbonarius</i> 2004X2 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	114
Çizelge A.107 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 3904X4 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	115
Çizelge A.108 : 0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 3904X4 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	115
Çizelge A.109 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 3904X4 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	115
Çizelge A.110 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 3904X4 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	115
Çizelge A.111 : 0,85 su aktivitesinde <i>Aspergillus carbonarius</i> 3904X4 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.	115
Çizelge A.112 : 40°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 3904X4 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	116
Çizelge A.113 : 35°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 3904X4 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	116
Çizelge A.114 : 30°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 3904X4 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	116
Çizelge A.115 : 25°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 3904X4 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	116
Çizelge A.116 : 20°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 3904X4 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	116
Çizelge A.117 : 15°C’de <i>Aspergillus carbonarius</i> 3904X4 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.	117
Çizelge A.118 : <i>Aspergillus carbonarius</i> 3904X4 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	117
Çizelge A.119 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	117

Çizelge A.120 :	0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	117
Çizelge A.121 :	0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	118
Çizelge A.122 :	0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	118
Çizelge A.123 :	0,85 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	118
Çizelge A.124 :	40°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	118
Çizelge A.125 :	35°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	119
Çizelge A.126 :	30°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	119
Çizelge A.127 :	25°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	119
Çizelge A.128 :	20°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	119
Çizelge A.129 :	15°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	119
Çizelge A.130 :	<i>Aspergillus niger</i> agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	120
Çizelge A.131 :	0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	120
Çizelge A.132 :	0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	120
Çizelge A.133 :	0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	120
Çizelge A.134 :	0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	121
Çizelge A.135 :	0,85 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	121
Çizelge A.136 :	40°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	121
Çizelge A.137 :	35°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	121
Çizelge A.138 :	30°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	121
Çizelge A.139 :	25°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	122
Çizelge A.140 :	20°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	122
Çizelge A.141 :	15°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	122
Çizelge A.142 :	<i>Aspergillus niger</i> agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	122
Çizelge A.143 :	0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	123
Çizelge A.144 :	0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	123

Çizelge A.145 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	123
Çizelge A.146 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	123
Çizelge A.147 : 0,85 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	123
Çizelge A.148 : 40°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	124
Çizelge A.149 : 35°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	124
Çizelge A.150 : 30°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	124
Çizelge A.151 : 25°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	124
Çizelge A.152 : 20°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	124
Çizelge A.153 : 15°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	125
Çizelge A.154 : <i>Aspergillus niger</i> agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	125
Çizelge A.155 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	125
Çizelge A.156 : 0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	125
Çizelge A.157 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	126
Çizelge A.158 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	126
Çizelge A.159 : 0,85 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	126
Çizelge A.160 : 40°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	126
Çizelge A.161 : 35°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	126
Çizelge A.162 : 30°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	127
Çizelge A.163 : 25°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	127
Çizelge A.164 : 20°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	127
Çizelge A.165 : 15°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	127
Çizelge A.166 : <i>Aspergillus niger</i> agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	128
Çizelge A.167 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	128
Çizelge A.168 : 0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	128
Çizelge A.169 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	128

Çizelge A.170 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	129
Çizelge A.171 : 0,85 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	129
Çizelge A.172 : 40°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	129
Çizelge A.173 : 35°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	129
Çizelge A.174 : 30°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	129
Çizelge A.175 : 25°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	130
Çizelge A.176 : 20°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	130
Çizelge A.177 : 15°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	130
Çizelge A.178 : <i>Aspergillus niger</i> agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	130
Çizelge A.179 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	131
Çizelge A.180 : 0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	131
Çizelge A.181 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	131
Çizelge A.182 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	131
Çizelge A.183 : 0,85 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	131
Çizelge A.184 : 40°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	132
Çizelge A.185 : 35°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	132
Çizelge A.186 : 30°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	132
Çizelge A.187 : 25°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	132
Çizelge A.188 : 20°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	132
Çizelge A.189 : 15°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	133
Çizelge A.190 : <i>Aspergillus niger</i> agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	133
Çizelge A.191 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	133
Çizelge A.192 : 0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	133
Çizelge A.193 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	134
Çizelge A.194 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	134

Çizelge A.195 : 40°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	134
Çizelge A.196 : 35°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	134
Çizelge A.197 : 30°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	134
Çizelge A.198 : 25°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	135
Çizelge A.199 : 20°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	135
Çizelge A.200 : 15°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	135
Çizelge A.201 : <i>Aspergillus niger</i> agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	135
Çizelge A.202 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	136
Çizelge A.203 : 0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	136
Çizelge A.204 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	136
Çizelge A.205 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	136
Çizelge A.206 : 40°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	136
Çizelge A.207 : 35°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	137
Çizelge A.208 : 30°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	137
Çizelge A.209 : 25°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	137
Çizelge A.210 : 20°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	137
Çizelge A.211 : 15°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	137
Çizelge A.212 : <i>Aspergillus niger</i> agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	138
Çizelge A.213 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	138
Çizelge A.214 : 0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	138
Çizelge A.215 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	138
Çizelge A.216 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	139
Çizelge A.217 : 0,85 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	139
Çizelge A.218 : 40°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	139
Çizelge A.219 : 35°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	139

Çizelge A.220 : 30°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	139
Çizelge A.221 : 25°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	140
Çizelge A.222 : 20°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	140
Çizelge A.223 : 15°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	140
Çizelge A.224 : <i>Aspergillus niger</i> agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	140
Çizelge A.225 : 0,99 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	141
Çizelge A.226 : 0,97 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	141
Çizelge A.227 : 0,93 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	141
Çizelge A.228 : 0,89 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	141
Çizelge A.229 : 0,85 su aktivitesinde <i>Aspergillus niger</i> agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.	141
Çizelge A.230 : 40°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	142
Çizelge A.231 : 35°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	142
Çizelge A.232 : 30°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	142
Çizelge A.233 : 25°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	142
Çizelge A.234 : 20°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	142
Çizelge A.235 : 15°C’de <i>Aspergillus niger</i> agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.	143
Çizelge A.236 : <i>Aspergillus niger</i> agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.	143

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

- Şekil 2.1 :** A, B, C ve P grubu fumonisinlerin kimyasal yapısı. 7
- Şekil 2.2 :** Katı besiyerinde optimum ve optimum olmayan koşullarda küflerin gelişme eğrileri. 21
- Şekil 4.1 :** *A. niger* agg. izolatlarının gelişme hızı ve lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın etkisi 33
- Şekil 4.2 :** *A. carbonarius* izolatlarının gelişme hızı ve lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın etkisi 38
- Şekil 4.3 :** *A. niger* agg. ve *A. carbonarius* izolatları için herbir su aktivitesi değerinde sıcaklığın bir fonksiyonu olarak gelişme hızlarını tanımlayan Arrhenius-Davey modelinden ($\ln g = C_0 + C_1/T + C_2/T^2$) elde edilen grafikler 43
- Şekil 4.4 :** *Aspergillus niger* agg. ve *Aspergillus carbonarius* izolatları için herbir su aktivitesi değerinde sıcaklığın bir fonksiyonu lag fazı sürelerini tanımlayan Arrhenius-Davey modelinden ($1/\lambda = C_0 + C_1/T + C_2/T^2$) elde edilen grafikler 49
- Şekil 4.5 :** *A. niger* agg. izolatları ve *Aspergillus carbonarius* izolatları için herbir sıcaklık değerinde su aktivitesinin bir fonksiyonu olarak gelişim hızlarını tanımlayan Arrhenius-Davey modelinden ($\ln g = C_0 + C_1 b_w + C_2 b_w^2$) elde edilen grafikler 56
- Şekil 4.6 :** *A. niger* agg. izolatları ve *Aspergillus carbonarius* izolatları için herbir sıcaklık değerinde su aktivitesinin bir fonksiyonu olarak lag fazı sürelerini tanımlayan Arrhenius-Davey modelinden ($\ln 1/\lambda = C_0 + C_1 b_w + C_2 b_w^2$) elde edilen grafikler 63
- Şekil 4.7 :** *Aspergillus niger* agg. izolatlarının gözlemlenen gelişim hızlarına karşılık, $\ln(g) = C_0 + C_1 b_w + C_2 b_w^2 + C_3 T + C_4 T^2 + C_5 T b_w$ denklemi kullanılarak elde edilen tahminlenen gelişim hızları ile; gözlemlenen lag fazı sürelerine karşılık $\ln(1/\lambda) = C_0 + C_1 b_w + C_2 b_w^2 + C_3 T + C_4 T^2 + C_5 T b_w$ denklemi kullanılarak elde edilen tahminlenen lag fazı sürelerinin grafiksel gösterimi. 68
- Şekil 4.8 :** *Aspergillus carbonarius* izolatlarının gözlemlenen gelişim hızlarına karşılık, $\ln(g) = C_0 + C_1 b_w + C_2 b_w^2 + C_3 T + C_4 T^2 + C_5 T b_w$ denklemi kullanılarak elde edilen tahminlenen gelişim hızları ile; gözlemlenen lag fazı sürelerine karşılık $\ln(1/\lambda) = C_0 + C_1 b_w + C_2 b_w^2 + C_3 T + C_4 T^2 + C_5 T b_w$ denklemi kullanılarak elde edilen tahminlenen lag fazı sürelerinin grafiksel gösterimi. 70
- Şekil 4.9 :** *Aspergillus niger* agg. izolatlarının $\ln(g) = C_0 + C_1 b_w + C_2 b_w^2 + C_3 T + C_4 T^2 + C_5 T b_w$ denklemi kullanılarak elde edilen koloni gelişim hızlarının yüzey grafikleri 72

Şekil 4.10 : *Aspergillus carbonarius* izolatlarının $\ln(g)=C_0+C_1b_w+C_2b_w^2+C_3T+C_4T^2+C_5Tb_w$ denklemi kullanılarak elde edilen koloni gelişim hızlarının yüzey grafikleri.....73

***ASPERGILLUS NIGER* AGG. VE *ASPERGILLUS CARBONARIUS*'UN GELİŞMESİNE SICAKLIK VE SU AKTİVİTESİNİN ETKİSİNİN MODELENMESİ**

ÖZET

Gıdalarda gelişim gösteren küflerin varlığı önemli ekonomik kayıplara yol açmanın yanı sıra mikotoksin üretimleri ile de tüketici sağlığını tehdit etmektedir. Gıda güvenliğine artan ilgiye paralel olarak mikotoksijenik küflerin gelişme koşullarının ve metabolitlerinin incelenmesi konusundaki çalışmalar da artarak devam etmektedir.

Aspergillus section *Nigri* üyesi küfler biyosentetik dönüşümler, enzim üretimi ve kimyasal madde sentezinde yaygın olarak kullanılmakta olup mikotoksin oluşturma özellikleri ile gıda bozulmalarında önemli rol oynamaktadırlar. *A. section Nigri* üyelerinin okratoksin A üreticisi olduğu birlikte son yıllarda yapılan çalışmalarla siyah aspergillilerin *Fusarium* toksini fumonisin ürettikleri de belirlenmiştir. *Aspergillus niger* cinsi küfler endüstriyel koşullarda toksik olarak nitelendirilmemesine ve FDA tarafından GRAS (Generally regarded as safe) statüsünde değerlendirilmesine rağmen potansiyel mikotoksin üreticisi olarak önem teşkil etmektedir.

Su aktivitesi ve sıcaklıkla birlikte atmosferin gaz bileşimi, pH ve maruz kalınan ışık yoğunluğu gibi çevresel faktörler de küf gelişimi ve mikotoksin oluşumunu etkilemektedir.

Yapılan çalışmada Ege Bölgesi'nden toplanan kuru incirlerden izole edilen *Aspergillus* section *Nigri* üyesi beş adet *Aspergillus carbonarius* ve beş adet *A. niger* aggregate izolatının Czapek yeast extract agar (CYA) besiyerinde 8 farklı sıcaklık (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 ve 40 °C) ve 5 farklı su aktivitesi (0.85, 0.89, 0.93, 0.97 ve 0.99) değerinde gelişmeleri incelenmiştir. 5 °C ve 10 °C sıcaklıklarda incelenen hiçbir izolat gelişme göstermemiştir. 0,85 su aktivitesinde ise yalnızca 25 °C ve 30 °C sıcaklıklarda gelişim gözlenmiştir.

Birincil modelleme sonucu elde edilen gelişme hızı (g, mm/gün) ve lag fazı sürelerine (λ , gün) göre, *A. niger* agg izolatları için genel olarak en uygun gelişme koşulları 30-35 °C sıcaklık ve 0,97 su aktivitesi olarak belirlenmiştir. *A. carbonarius* izolatları ise en yüksek gelişme hızına genel olarak 30 °C'de ve 0,97 su aktivitesinde ulaşmışlardır. Sıcaklığın gelişme hızına etkisinin belirlenmesi amacıyla kullanılan lineer Arrhenius-Davey modeli ile elde edilen optimum sıcaklık değerleri farklı su aktivitesi değerlerinde *A. niger* agg. izolatları için 29,5 - 35,9 °C değerleri arasında bulunmuştur. *A. carbonarius* izolatları için ise optimum sıcaklık değerleri 27,5 - 32 °C aralığında bulunmuştur. Su aktivitesinin bir fonksiyonu olarak gelişme hızının Gibson eşitliği ile modellenmesinden elde edilen optimum su aktivitesi değerleri 0,96 - 0,98 aralığında belirlenmiş ve *A. carbonarius* ve *A. niger* agg. izolatları için deneysel olarak belirlenen 0,97 değeri de bu aralıktadır.

Aspergillus niger agg. ve *Aspergillus carbonarius* izolatlarının gelişme hızlarının her bir su aktivitesi değeri için sıcaklığın bir fonksiyonu olarak modellenmesi sonucunda elde edilen R^2 değerleri sırası ile 0,949 - 0,994 ve 0,894 - 0,993 değerleri arasında bulunmuştur. *Aspergillus niger* agg. ve *Aspergillus carbonarius* izolatlarının gelişme hızlarının her bir sıcaklık değeri için su aktivitesinin bir fonksiyonu olarak modellenmesi sonucunda elde edilen R^2 değerleri ise sırası ile 0,853 - 0,999 ve 0,819 - 0,999 arasındadır. Sıcaklık ve su aktivitesinin birlikte etkilerinin incelenmesi amacıyla kullanılan eşitliklerden elde edilen modelin R^2 değerleri ise *Aspergillus niger* agg. ve *Aspergillus carbonarius* izolatları için sırasıyla 0,952-0,973 ve 0.879 – 0.938 değerleri arasında belirlenmiştir. Ayrıca model uygunluğu grafiksel olarak da gösterilmiş ve elde edilen modellerden tahminlenen değerler ile deneysey değerlerin eşitlik çizgisi etrafında homojen dağılım göstermesi de gelişim hızını tanımlayan modellerin uygunluğunu göstermiştir. Lag fazları için elde edilen modellerin regresyon katsayıları, gelişme hızı için elde edilen modellerin regresyon katsayıları değerlerinden daha düşük çıkmıştır.

Daha önce yapılan modelleme çalışmalarından ve bu çalışmadan elde edilen veriler, kurutulmuş incirlerde ve diğer gıda matrislerinde *Aspergillus niger* agg. ve *Aspergillus carbonarius* küflerinin gelişmesinin kontrol edilmesi için önem taşımaktadır. Ayrıca bu çalışmanın kurutma, işleme ve depolama aşamalarında küf gelişmesinin önlenmesi amacıyla yeni stratejilerin geliştirilmesine de yardımcı olacağı düşünülmektedir.

MODELLING THE INDIVIDUAL AND COMBINED EFFECTS OF WATER ACTIVITY AND TEMPERATURE ON THE GROWTH OF *ASPERGILLUS NIGER* AGG. AND *ASPERGILLUS CARBONARIUS* ISOLATES

SUMMARY

Growth of fungi in foodstuffs has been an important quality problem and may lead to significant economic losses for the food industry. Besides, fungal spoilage of foods is a serious risk for public health due to the ability of producing mycotoxins.

Growth of fungi thus mycotoxin contamination may lead serious and dangerous health problems. These serious health problems are associated with immunotoxic, teratogenic, nephrotoxic effects .

Mycotoxins are low molecular weight secondary metabolites that have adverse effects on humans, animals, and crops that result in illnesses and economic losses, commonly found in various animal and plant origin foods. Distribution of mycotoxin producer fungi quantities in the final product varies depending on climatic factors and food processing conditions. General interest in mycotoxins rose in 1960 when a feed-related mycotoxicosis called turkey X disease, which was later proved to be caused by aflatoxins, appeared in farm animals in England. After this importance of mycotoxins increased all over the world.

The mycotoxin contamination of agriculture product is a serious health hazard with an increasing attention worldwide. Within the mycotoxins, which regard more concern, it is worthy to mention ochratoxin A (OTA). It is classified as a possible human renal carcinogen(group 2B) and it has been associated to the development of urinary tract tumors and renal diseases in different parts of the world. It is also teratogenic and carcinogenic, and is clearly an immunosuppressive agent.

OTA was until recently believed to be produced only by *Aspergillus ochraceus* and related species belonging to section *Circumdati* and by *Penicillium verrucosum*, but these species are not considered the main OTA source in some commodities. Since the first description of OTA production by *Aspergillus niger* var. *Niger*, the significance of *Aspergillus* section *Nigri* is achieving a higher attention when studying OTA production. *Aspergillus carbonarius* has been also reported as an OTA-producing species in this section. Recent surveys have clearly shown that *Aspergillus carbonarius* is the main source of OTA in food commodities such as wine, grape, dried wine fruits and probably in coffee. Nevertheless little information is available about the ecology of *Aspergillus carbonarius*. Although it was originally reported to cause grape rot, it has not been commonly reported, probably because all the black *Aspergilli* are very frequently identified as *Aspergillus niger*.

Due to the growing awareness of the potential hazards of *Aspergillus carbonarius* as contaminant of food and feed it is very important to know the effect of environmental conditions on growth and OTA production by this species

Aspergillus species have the ability to grow in various climates and, in food products, are one of the most important moulds causing both spoilage and mycotoxin production. Among *Aspergillus* species, black aspergilli (*Aspergillus* section *Nigri*) have been extensively used for various biotechnological purposes, including production of enzymes and organic acids. They are also worldwide the most common fungi causing food spoilage and biodeterioration of many commodities. Although it has been known since 1990s that black aspergilli have the ability of producing ochratoxin A, latest studies showed that fumonisin may also be produced by some species of *A.* section *Nigri*. Therefore the importance of the control of these moulds on foods has been risen nowadays.

Although there are many factors influencing mould growth and germination such as temperature, substrate aeration, water activity, inoculum concentration, microbial interactions, physiological state of mould etc., water activity and temperature are the key environmental factors that influence the fungal growth and spoilage.

Mathematical modelling can be a tool to predict and thus to prevent the growth of mycotoxigenic moulds. Primary kinetic models describe the growth or inactivation of microorganisms (as changes in numbers of cells), secondary models describe how kinetic parameters from the primary models depend on environmental conditions (such as temperature, water activity, etc.), and tertiary models are models that attempt to describe all responses of microorganisms to their environment in experts systems. Secondary kinetic models describe microbial response in relation to environmental factors providing estimates for parameters of growth such as lag phase (λ) and growth rate (g). With these models the final levels of mould or mycotoxins contamination may be predicted. Predictive mycology thus constitutes a useful tool for the food industry.

Mycotoxins are the target from the food safety point of view. However, despite the absence of direct correlation between fungal growth and mycotoxins production, the prevention of fungal growth in foods leads invariably to the prevention of mycotoxins presence. Thus, modelling of germination and growth of toxigenic fungi may be a useful alternative.

In this study, five *Aspergillus niger* aggregate and five *Aspergillus carbonarius* strains isolated from dried figs were investigated on Czapek yeast extract agar (CYA) at 8 different temperatures (5°C, 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C and 40°C) and five different water activity (0.85, 0.89, 0.93, 0.97 and 0.99) conditions.

At the first step of the study, the radial growth was measured daily for each isolates as 4 parallels. Then the colony growth rates and lag phase durations were obtained by a primary model which was developed at previous studies. The growth rates and lag phase durations of each species were then evaluated by analysis of variance (ANOVA). The colony growth rates and lag phase durations were modelled as a function of temperature by the modified Arrhenius-Davey model while modelling of growth rate and lag phase duration as a function of water activity by means of linear regression equation developed by Gibson. In order to describe the combined affect of water activity and temperature on the growth rate and lag phase duration, a second-order polynomial equation was used.

The acceptibility of the models were evaluated by the regression coefficients, error mean squares and the graphical demonstration of observed values vs. predicted values for growth rates and lag phase durations.

None of the isolates studied were able to growth at 5°C and 10°C. The growth was only observed at 25°C and 30°C for 0,85 a_w. In addition, at 0,85 a_w, growth rates of all isolates were found to be higher for 30°C than 25°C. According to the obtained growth rates (g, mm/gün) and lag phase (λ , gün) durations from primary modelling, optimum growth conditions for *Aspergillus niger* agg isolates were found to be 30 - 35°C and 0,97 a_w whereas *Aspergillus carbonarius* isolates reached maximum growth rate at 30°C and 0,97 a_w.

For *Aspergillus niger* agg isolates, the longest lag phase durations were observed at the lowest temperature that the growth was observed for 0,89; 0,93; 0,97; 0,99 a_w. However at 0,85 a_w lag phase durations were longer at 25°C for 46D1 and 55X1 isolates while for 18M5, 58D2 and 1404M2 isolates lag phase durations were lower at 25°C compared to 30°C. Lag phase durations of *Aspergillus carbonarius* isolates were similar to that of *Aspergillus niger* agg. isolates. The shortest and the longest lag phase duration for *Aspergillus carbonarius* were obtained at 30°C / 0,97 a_w and 15°C / 0,93a_w, respectively.

Statistical analysis of variance (ANOVA) showed that both the single factors (temperature and water activity), as well as their two way interactions have a significant effect on *Aspergillus carbonarius* and *Aspergillus niger* agg. growth.

Three-way interactions regression coefficients (R^2) of the model describing growth rate as a function of temperature for each a_w level were between 0,949 - 0,994 and 0,894 - 0,993 for *Aspergillus niger* agg. and *Aspergillus carbonarius* respectively. When the growth rate was modelled as a function of water activity for each temperature level, obtained R^2 values for *Aspergillus niger* agg. ve *Aspergillus carbonarius* were between 0,853 - 0,999 and 0,819 - 0,999, respectively. Also, R^2 values of the model which was developed for describing the combined effect of water activity and temperature on growth of *Aspergillus niger* agg. and *Aspergillus carbonarius* were calculated in order to evaluate the acceptibility of the model and satisfactory results were found for both species. In addition to regression coefficients and error mean squares, homogenous distribution of predicted and observed values around the equivalence line also showed that our models for both growth rate and lag phase are acceptable. However, conformity of the models describing lag phase durations were found to be lower than that of describing growth rates. Nevertheless, it can be seen that all models generally can be considered to be adequate predictors of the mean growth rate and lag phase of each isolates.

The growth of *Aspergillus niger* agg. and *Aspergillus carbonarius* isolates was only observed at 25°C and 30°C at 0.85 a_w. All isolates were able to grow between 20 and 40°C at 0.89 a_w and between 15 and 40°C for other water activity levels.

The developed models in this study can be applied in the control of the growth of *Aspergillus carbonarius* and *Aspergillus niger* agg. of dried figs and other food matrices. Additionally, we think that this study would help to develop new strategies for drying, processing and storage of foods in order to prevent mould growth and thus toxin production.

1. GİRİŞ

Gıdalarda küf gelişmesinin önemli kalite ve sağlık problemlerine yol açtığı ve bunun sonucunda da gıda endüstrisi için büyük ekonomik kayıplara neden olduğu bilinmektedir (Cabrera ve diğ., 2005; Gougouli ve diğ., 2010). Gıda güvenliğine karşı giderek artan ilgiye bağlı olarak, tüketici sağlığı açısından büyük risk oluşturan mikotoksin kontaminasyonları, tüm dünya genelinde önemli bir tehlike olarak dikkat çekmektedir (Garcia ve diğ., 2011).

Küfler gıdalara hasattan önce, hasat sırasında ya da depolama aşamasında bulaşabilmektedir. *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* cinsi küflerin gıdalarda yaygın olarak bulunduğu ve bu cinslere ait bazı türlerin gıda bozulmalarına yol açmanın yanında mikotoksin oluşturarak önemli sorunlara neden olduğu belirtilmiştir (Cabrera ve diğ., 2005; Adams ve Moss, 2008).

Gıdalarda bulunan en önemli mikotoksinler, *Aspergillus* türleri tarafından üretilen aflatoksinler, *Aspergillus* ve *Penicillium* üyeleri tarafından üretilen okratoksin A (OTA) ve patulin, *Fusarium* cinsine bağlı küfler tarafından üretilen toksinler, örneğin deoxynivalenol, zearalenone, T-2 ve HT-2 toksinleri ve fumonisinler olarak kabul edilmektedir (Krska ve Molinelli, 2007).

Farklı çevresel faktörler aynı türe ait farklı izolatların ortam koşullarına karşı verdiği tepkileri etkilemekte ve bu değişim sınır koşulların görüldüğü durumlarda daha da belirgin hale gelmektedir (Garcia ve diğ., 2011). Küf gelişmesinin toksin üretimine göre daha geniş sıcaklık ve su aktivitesi aralıklarında gerçekleştiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Bu nedenle gelişmenin engellenmesi ile doğrudan mikotoksin üretiminin de engellenebileceği sonucuna varılmıştır (Romero ve diğ., 2007).

Tahminleyici mikrobiyoloji ve mikoloji alanında yaşanan gelişmeler gıda güvenliği ve kalitesi ile ilgili etkin ve geçerli modellerin gelişmesine izin vermiştir (Gougouli ve diğ., 2010). Matematiksel modelleme mikotoksijenik küflerin gelişme koşullarını belirleme ve böylelikle fungal gelişmeyi önlemede önemli bir araç olarak nitelendiril

mektedir. İkincil kinetik modeller ise maksimum gelişme hızı ve lag fazı gibi parametreler üzerinde anlamlı tahminler çıkarılmasını sağlayarak çevresel faktörlere bağlı olarak değişen mikrobiyal yanıtları tanımlamaya yardımcı olmaktadır (Garcia ve diğ., 2011).

Bu çalışma ile kuru incirden izole edilen *Aspergillus* section *nigri* üyesi *Aspergillus carbonarius* ve *Aspergillus niger* agg. izolatlarının gelişme hızı ve lag fazı süresine sıcaklık ve su aktivitesindeki değişimlerin bireysel ve birlikte etkilerini gözlemlemek ve küf gelişmesi için geliştirilen matematiksel modellerin elde edilen veriler ile geçerliliğini değerlendirmek amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 *Aspergillus Section Nigri*

Aspergillus cinsi küfler biyosentetik dönüşümler, enzim üretimi ve kimyasal madde sentezinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte mikotoksin oluşturma özellikleri ile gıda sanaayinde önemli role sahip olduklarından ekonomik açıdan en fazla öneme sahip küfler olarak nitelendirilmektedirler (Pitt ve Hocking, 2009; Samapundo ve diğ. 2007). *A. niger*, *A. sojae* ve *A. oryzae* başta olmak üzere bazı *Aspergillus* üyeleri endüstriyel, organik asit ve aroma maddelerinin üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır (Varga ve diğ.2000). Bunun yanı sıra, *Aspergillus* cinsine ait bazı türlerin başta okratoksin A (OTA) olmak üzere çeşitli mikotoksinleri oluşturduğu belirtilmiştir (Perrone ve diğ. 2007).

Yüksek sıcaklık ve düşük su aktivitesi koşullarına hızla adapte olabilmeleri ve gelişebilmeleri *Aspergillus* üyelerinin tüm dünyada yaygın olarak bulunmasına rağmen özellikle sıcak ve tropik iklime sahip bölgelerde daha sık izole edilmesini açıklamaktadır (Pitt ve Hocking., 2009).

Gıda bozulmalarına yol açan en yaygın küfler olarak bilinen ve bunun yanında biyoteknolojik uygulamalarda sıklıkla kullanılan siyah aspergilliler (*Aspergillus section nigri*) grubunda birbirinden kolaylıkla ayrılabilen türlerin yanı sıra *Aspergillus niger* aggregate gibi oldukça benzer morfolojik özelliklere sahip türler de bulunmaktadır (Eltem ve Taşkın., 2005).

Aspergillus section nigri üyelerinin taksonomisinin net olmadığı yapılan birçok çalışma ile belirtilmiştir. Mosseray (1934), 34 tür küfü siyah aspergilli olarak nitelendirmiş; Fennel (1965) ise yaptığı çalışmalar sonucunda tür sayısını 12'ye indirmiştir. Al Musallam (1980), *Aspergillus niger* grubunun taksonomisini morfolojik özellikleri göz önünde tutarak yeniden değerlendirmiş ve *A. japonicus*, *A. carbonarius*, *A. ellipticus*, *A. helicothrix*, *A. heteromorphus*, *A. foetidus* ve *A. niger* den oluşan 7 türün *Aspergillus section nigri* içinde yer aldığını belirtmiştir(Samson ve diğ., 2004'de atıfta bulunulduğu gibi).

Dünyanın birçok yerinden izole edilen siyah aspergilli türlerinin genetik ilişkilerini inceleyen bir çalışmada ise daha önce belirlenen ve kabul edilen 19 *A. section nigri* üyesinden hiçbirine benzerlik göstermeyen *Aspergillus eucalypticola*, *A. fijiensis*, *A. indologenus*, *A. neoniger* şeklinde 4 tür daha belirlenmiştir (Samson ve diğ., 2007). *Aspergillus niger*, siyah aspergillilerin içinde en sık belirlenen tür olmakla birlikte GRAS (Generally regarded as safe) statüsünde olan ve biyoteknolojik proseslerde de yaygın olarak kullanılan bir türdür (Samson ve diğ., 2004; Silva ve diğ., 2011).

Nielsen ve diğ. (2009), *Aspergillus niger* grubunun *A. niger*, *A. tubingensis*, *A. brasiliensis*, *A. acidus*, *A. ibericus* ve *A. carbonarius* diğerlerinden daha yaygın olmakla birlikte 18 türden oluştuğunu ifade etmiştir. Siyah aspergillilere dahil olan *A. carbonarius* ve *A. japonicus* gibi türler morfolojik farklılıklarından ötürü kolayca ayırt edilebilmesine rağmen; *A. niger* aggregate üyelerinin morfolojik özellikleri birbirine çok yakın olduğundan kültürel yöntemlerle ayırım net olarak yapılamamaktadır (Samson ve diğ., 2004). Bu nedenle *A. niger* ismi grubun tüm üyelerini nitelendirmek için kullanılmaktadır. Moleküler metotlar kullanılarak yapılan taksonomik çalışmalarda ise *A. niger* grubunun; *A. niger* ve *A. tubigensis* olmak üzere 2 ana gruba ayrıldığı bildirilmiştir (Abarca ve diğ., 2004).

Aspergillus section nigri üyesi olan *A. carbonarius* üyeleri diğer siyah aspergillilerle benzer özellikler taşımasına rağmen daha geniş çaplı spor oluşturma özellikleri ile diğer türlerden ayrılmaktadırlar (Pitt ve Hocking., 2009).

Aspergillus carbonarius ilk kez Gupta (1956) tarafından belirlenmiş ve özellikle üzüm, kuru üzüm ve şarapta OTA üretiminden sorumlu baskın tür olduğu yapılan birçok çalışma ile kanıtlanmıştır (Bragulat ve diğ., 2001; Battilani ve Pietri, 2002; Abarca ve diğ., 2003; Chiotta ve diğ., 2009). Ayrıca *A. carbonarius* tarafından üretilen OTA'nın sıcak ve nemli iklimlerde soğuk iklimlere göre daha sık izole edildiği rapor edilmiştir (Belli ve diğ., 2002).

Diğer taraftan incir, yer fıstığı, mısır, fermente kakao çekirdekleri ve paprika da önemli *A. carbonarius* kaynakları olarak literatürde belirtilmiştir (Romero ve diğ., 2007).

1990'lı yıllardan itibaren *A. carbonarius* ve OTA üretiminin ekolojisinin anlaşılmasına yönelik çalışmalara ağırlık verilmiştir. Siyah aspergillilerin OTA üreticisi olduğu ilk kez Ueno (1991) tarafından belirlenmiş ve Teren (1996)

ve Magnoli (2003)' nin elde ettiği bulgular da bu durumu desteklemiştir. *Aspergillus* section *Nigri* grubuna ait iki türün OTA sentezlediği ilk kez Abarca ve diğ. (1994) tarafından belirlenmiştir.

2.2 A. Section *Nigri* ve Mikotoksinler

A. ochraceus, *P. verrucosum* *A. carbonarius* ve *A. niger* başta olmak üzere *A.* section *Nigri* yeleri, gıdalarda OTA varlığından sorumludur (Belli ve diğ., 2004). Bu türlere ek olarak *Circumdati* grubuna ait olan *A. steynii* ve *A. westerdijkiae* türlerinin de OTA üretebildiği belirlenmiştir (Frisvad ve diğ.,2004).

A. section *nigri* yeleri içinde *A. carbonarius*'un *A.niger* aggregate üyeleriyle kıyaslandığında OTA üretiminden sorumlu başlıca tür olduğu ifade edilmiştir (Abarca 2004; Esteban ve diğ., 2006b)

A. niger'in ise düşük oranda OTA üretimine katkıda bulunduğunu belirtimiştir. Battilani ve diğ. (2006) ekolojik şartlar incelendiğinde *P. verrucosum*'un yalnızca soğuk-ılıman iklim kuşağında görüldüğünü rapor etmiştir. *A. niger* ve *A. carbonarius* ise en önemli depo küfleri arasında yer almakta ve gıdaları genellikle hasat sonrasında kontamine ederek OTA oluşumuna yol açmaktadır. JECFA (2001) doğada OTA üretiminden sorumlu 3 ana tür olarak *A. ochraceus*, *A. carbonarius* ve *P. verrucosum*'u göstermiştir. OTA reticisi olan *A. carbonarius*, *A. ochraceus* ve *P. verrucosum* türlerinin fizyolojik ve ekolojik olarak önemli farklılıklar göstermesi bu türlerin yaygın olarak izole edildiği gıdaların farklılık göstermesine neden olmaktadır. Genel olarak taze meyve ve sebzeler, üzüm, şarap, bira, baharatlar, kakao ve kahve çekirdekleri, yağlı tohumlar gibi çok çeşitli gıdalarda OTA kontaminasyonuna rastlanmaktadır (Astoreca ve diğ., 2009a). *P. verrucosum* türünün büyük çoğunluğu genellikle tahıl ürünleri ile ilişkilendirilmekte ve ayrıca tahıllarla beslenen hayvanlardan kaynaklı olarak et ve peynir gibi ürünlerde de bulunabildiği belirtilmektedir. Buna karşın, *A. ochraceus*'un özellikle kurutulmuş ve depolanmış gıdalarda OTA oluşumundan sorumlu olduğu ancak genelde düşük seviyelerde bulunduğu ve nadiren gıda bozulmalarına yol açtığı düşünülmektedir. *A. carbonarius* ise özellikle üzüm ve hammaddesi üzüm olan ürünlerde ana okratoksin A reticisi olarak belirlenmiştir. *A. niger* türleri genellikle *A. carbonarius* varlığı ile ilişkilendirilmiş ve sıcak iklimlerde yetişen taze sebze ve meyvelerden sıklıkla izole edildiği belirtilmiştir (Magan ve Olsen., 2004).

OTA dışında okratoksin B (OTB), okratoksin C (OTC), metil okratoksin A (MeOTA), ve OTB metil ve etil esterleri (MeOTB ve EtOTB) başta olmak üzere birçok okratoksin de OTA üreticisi küfler tarafından üretilmektedir (Belli ve diğ., 2002).

OTA'nın biyokimyasal özelliklerinin birincil olarak esansiyel aminoasitlerden olan fenilalanin ile yapısal benzerliğinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir. OTA'nın biyokimyasal etkileri arasında başta protein sentezinin inhibisyonu olmak üzere RNA ve DNA sentezinin engellenmesi gelmektedir. Ayrıca, fenilalanini substrat olarak kullanan enzimlerle de etkileşime girdiği ve bu enzimlerin aktivitesini yarışmacı inhibisyon ile engellediği belirlenmiştir (Magan ve Olsen., 2004).

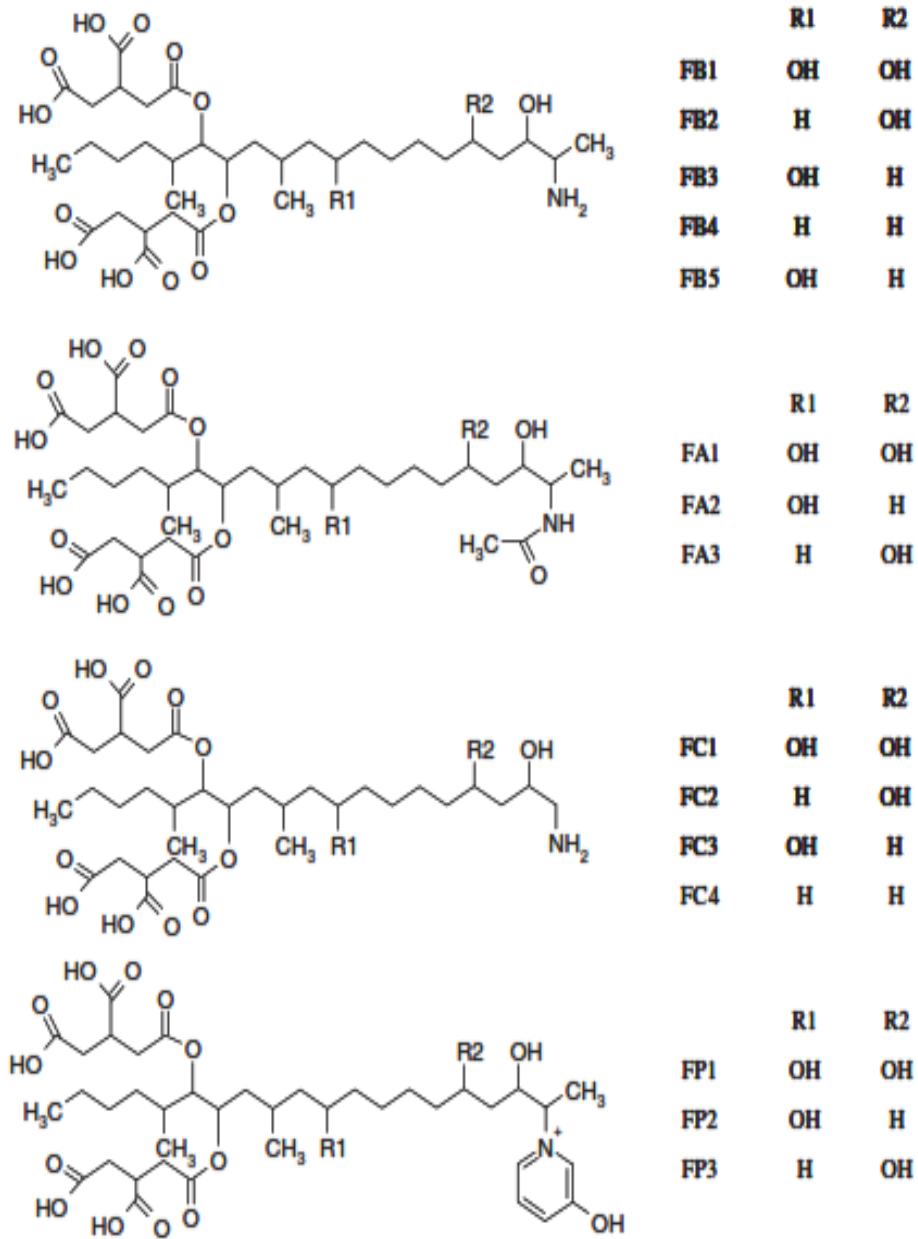
Baudrimont ve diğ. (1994), OTA'nın serbest radikal oluşumu ve lipid oksidasyonunu teşvik ettiğini rapor etmiştir. Okratoksin A, aflatoksinden sonra insan sağlığı açısından en tehlikeli mikotoksin olarak nitelendirilmektedir (Astoreca ve diğ., 2009b). OTA'nın toksisitesi üzerine yapılan birçok çalışmada nefrotoksik, immunotoksik ve teratojenik etkilerinin yanı sıra Balkan Endemik Nefropatisi (BEN) olarak bilinen böbrek hastalığına da yol açtığı belirlenmiştir (Magan ve Olsen., 2004). Ayrıca OTA, Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansı tarafından "Grup IIB" muhtemel karsinojen olarak sınıflandırılmıştır (IARC, 1993).

Gıda güvenliği açısından önemli risk teşkil eden diğer bir sekonder metabolit ise fumonisindir. Fumonisinler, *Fusarium verticillioides* ve daha az oranda da diğer *Fusarium* türleri tarafından sentezlenen ve karsinogenik etkisi kanıtlanan ikincil metabolitler olup, yapılan çalışmalar bu mikotoksinin atlarda ölümcül bir hastalık olan leukoencephalomalaciya (LEM) yol açtığını da belirlemiştir (Noonim ve diğ., 2009).

Gıda kaynaklı karsinogen mikotoksinler arasında yer alan fumonisinlerin ilk kez 1988 yılında *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg kültürlerinden izole edildiği rapor edilmiştir. Fumonisin, tüm dünya genelinde mısır ve mısır bazlı ürünler için önemli bir risk olarak belirtilmektedir. Bunun yanı sıra bira, yeşil çay yaprakları, kuşkonmaz ve pirinçte de fumonisin varlığına rastlanmıştır (Mogensen ve diğ., 2010).

Yapılarındaki karbon zincirinin uzunluğu ve bağlı grupların farklılık göstermesinden dolayı Musser ve Platner (1997), fumonisinleri A, B, C ve P olmak üzere 4 farklı gruba ayırmıştır (Şekil 2.1). Belirlenen farklı fumonisin grupları arasında fumonisin

B'nin olası toksik ve karsinojenik özelliklerinden dolayı üzerinde en sık araştırma yapılan grup olduğu belirtilmiştir (Lazzaro ve diğ., 2012). Ayrıca fumonisin B analogları arasında fumonisin B₁ (FB₁)'in doğal olarak kontamine olmuş mısır ürünlerinde en sık ve en fazla düzeyde karşılaşılan mikotoksin olduğu belirtilmiştir (Rheeder ve diğ.,2002). Diğer gruplarda yer alan fumonisinlere daha az oranlarda karşılaşılmakla birlikte, bu gruplar arasında yalnızca C analogunun doğal olarak kontamine olmuş mısır ürünlerinde görüldüğü rapor edilmiştir (Lazzaro ve diğ., 2012).



Şekil 2.1: A, B, C ve P grubu fumonisinlerin kimyasal yapısı (Lazzaro ve diğ., 2012).

F. nygamai, *F. acutatum*, *F. begoniae*, *F. brevicatenulatum*, *F. phyllophilum*, ve *F. napiforme* türlerinin de fumonisin ürettiğine dair yapılan çalışmalar bulunsa da *Fusarium verticillioides* ve *Fusarium proliferatum* ekinlerde fumonisin üretimini domine eden 2 tür olarak rapor edilmiştir (Gelderbrom ve diğ., 1998; Magan ve Olsen,2004).

Frisvad ve diğ. (2007) Arabica ve Robusta tipi kahve çekirdeklerinde yaptıkları çalışmada kurutulmuş kahve çekirdeklerinden izole edilen *A. niger* izolatlarının %67'sinin Czapek Yeast Agar (CYA)'da Fumonisin B₂ ve fumonisin B₄ ürettiğini rapor etmişlerdir. Diğer yandan, *A. niger* türlerinin fumonisin üretebilmek için *Fusarium* türlerinden daha fazla miktarda karbonhidrata ihtiyaç duyduğu belirtilmiş ve kahve çekirdeklerinin az miktarda karbonhidrat içermesinden dolayı fumonisin kontaminasyonu için yüksek risk oluşturmadığı sonucuna varılmıştır.

Kahve çekirdeklerinden izole edilen *A. niger* türlerinin fumonisin üretebildiği bulunduktan sonra yapılan bir çalışmada İtalya'da yetiştirilen üzümlerden izole edilen *A. niger*, *A. uvarum*, *A. tubingensis* ve *A. carbonarius* türlerine ait 31 izolatın fumonisin B₂ (FB₂) üretimini incelenmiştir. Bu çalışmada *A. uvarum*, *A. tubingensis* ve *A. carbonarius* türlerinin belirlenebilir düzeyde toksin üretmediği ancak *A. niger*'e ait türlerin yarısının 29-293µg/g düzeylerinde FB₂ ürettiği rapor edilmiştir. Ayrıca fumonisin varlığı, üzümlere sonradan inoküle edilen *A. niger* izolatları ile de doğrulanmıştır. Buna ek olarak üzüm suyu, çekirdek ve meyve kabuğu içeren cibre örnekleri de analiz edilmiş ve bu örneklerin ikisinde 0,01 ve 0,4 µg/ mL konsantrasyonunda fumonisin varlığına rastlanmıştır (Logrieco ve diğ., 2009).

Daha sonra yapılan bir çalışmada Mogensen ve diğ. (2010) üzümlerde ve kuru üzümlerde sıklıkla karşılaşılan bir kontaminant olan *A. niger*'in bu substratlar üzerinde potansiyel fumonisin üretimini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada izole edilen siyah aspergilli türlerinin %77'sinin Czapek yeast agar (CYA) ve Yeast extract sucrose agar (YES)'da fumonisin ürettiğini rapor etmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada OTA üretimine rastlanmaması *A. niger*'in üzümlerde OTA üretimini domine eden tür olmadığını da bir kez daha göstermiştir. *A. niger*, endüstriyel koşullarda toksik olarak nitelendirilmemesine ve FDA (US Food and Drug Administration) tarafından GRAS (generally regarded as safe) statüsünde değerlendirilmesine rağmen potansiyel OTA ve fumonisin üretiminden dolayı önemsenmesi gereken bir tür olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.3 K f Gelişmesi ve Mikotoksin Oluşumuna Etki Eden Faktörler

Mikotoksijenik küflerin belirli  evre koşullarında daha iyi gelişme gösterdiği bilinmektedir. Gıdalarda mikotoksijenik k f gelişmesi mikotoksin üretiminde de gerçekleştiğini gösteren bir parametre değildir. Mikotoksin oluşumu k f gelişme koşullarından bağımsız olarak ve daha spesifik koşullarda gerçekleşmektedir. Gıdalarda k f gözlenmediği durumlarda mikotoksinin de bulunmayacağından kesin olarak bahsedilemez. Çünkü mikotoksinler mikotoksijenik küfler tarafından üretildikten ve bu küflerin yok oluşundan sonra üründe varlığını sürdürebilmektedirler (Belli, 2006).

Su aktivitesi ve sıcaklık en fazla etkiye sahip olmakla birlikte atmosferin gaz bileşimi, pH ve maruz kalınan ışık yoğunluğu gibi çevresel faktörler mikotoksijenik k f gelişmesi, spor oluşumu ve mikotoksin sentezinde önemli rol oynamaktadır (Marin ve diğ., 1998). Çevresel faktörlerin yanında biyolojik ve kimyasal faktörlerin de k f gelişmesinde rol oynadığı belirlenmiş ve bazı durumlarda bu faktörlerin birbirleri ile sinerjistik etkileşim içine girdikleri rapor edilmiştir.

2.3.1 Sıcaklık ve su aktivitesi

Fungal gelişimi ve mikotoksin üretimini etkileyen çevresel faktörlerin başında sıcaklık ve su aktivitesi gelmektedir (Magan ve Aldred., 2007). Farklı sıcaklık ve su aktivitesi değerlerinin doğal ve yapay substratlarda OTA üreten küflerin gelişmesine ve okratoksin oluşturma potansiyeline etkisi yapılan birçok çalışma ile incelenmiştir. *Aspergillus carbonarius* ve *Aspergillus niger*'in optimum 25-35 C ve 0,95-0,99 su aktivitesinde geliştiği, optimum toksin üretiminde ise 15-25 C ve 0,95-0,98 su aktivitesi aralığında gerçekleştirildiği belirlenmiştir (Leong ve diğ., 2006).

Garcia ve diğ. (2011), İspanya'daki üzümlerden izole edilen 30 adet *A. carbonarius* izolatu ile yaptıkları çalışmada, (0,98 a_w / 25 C) , (0,90 a_w / 25 C) ve (0,98 a_w / 37 C) olmak üzere üç farklı sıcaklık / su aktivitesi koşullarında k f gelişme hızını ve OTA üretimini incelenmiş ve 0,90 su aktivitesi / 25 C'de k f gelişmesinin 0,98 a_w / 37 C'ye göre daha fazla inhibisyona uğradığı saptanmıştır. Ayrıca en uzun lag fazı 0,90 a_w / 25 C'de, 0,98a_w / 37 C'de ise 0,98a_w/25 C'ye göre daha kısa lag faz süreleri saptanmıştır. Optimum koşullarda (0,98a_w/25 C) izolatların daha hızlı geliştiği ancak bu değerlerin diğer iki koşuldan önemli ölçüde farklı olmadığı belirtilmiştir.

Ayrıca gelişme hızlarının izolatlar arasında değişiklik gösterebileceği ve bu farklılık dağılımının optimum koşullarda daha belirgin olduğu ve bu durumun daha öncesinde yapılan çalışmalarla paralellik gösterdiği belirtilmiştir (Belli ve diğ., 2004b).

A. carbonarius izolatları ile yapılan bir diğer çalışmada farklı sıcaklıklarda (10-40°C) ve su aktivitelerinde (0,85-0,987) sentetik üzüm suyu besiyeri (SGM)'nde izlenen küf gelişmeleri sonucunda, 25-35°C ve 0,95-0,987 su aktivitesi aralığında çok kısa lag fazları (<1 gün) gözlemlenmiş; 0,92-0,88 su aktivitesi değerlerinde düşük sıcaklıklarda lag fazın 20 günden fazla olduğu belirtilmiştir. Optimum şartların ise yüksek sıcaklıklarda (25-35°C) ve ortalama su aktivitesi değerlerinde (0,97-0,985) olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada 10°C'de gelişme gözlenmemiştir.

Esteban ve diğ. (2006b), 12 adet *A. niger* agg. türünün incelendiği diğer bir çalışmada farklı su aktivitesi değerlerinin (0,82-0,99) türlerin gelişmesi ve OTA üretimi üzerine etkisi araştırmıştır. CYA ve YES besiyerlerinde 0,86-0,99 su aktivitesi değerlerinde tüm türlerin geliştiği rapor edilmiştir. Parra ve Magan (2004) gelişme için minimum su aktivitesi değerinin 0,82 olduğunu belirtmişlerdir. OTA konsantrasyonunun ise CYA besiyeri için su aktivitesinin 0,94-0,98 ve YES besiyeri için 0,96-0,99 değerleri arasında en yüksek değerlere ulaştığı belirtilmiştir. Ayrıca, en hızlı gelişme *A. carbonarius* için 0,965 su aktivitesi değeri ve 30°C'de; *A. niger* için ise 0,98 su aktivitesi ve 35°C'de gözlemlenmiştir. Belli ve diğ. (2004b) ve Battilani ve diğ.(2003)'nin de yaptıkları çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. İncelenen tüm izolatlar arasında en hızlı gelişme hızı *A. niger* için 0,98 a_w ve 35°C'de 11,35mm/gün; en yavaş gelişim ise *A. carbonarius* için 0,92 a_w ve 15°C'de 0,27 mm/gün olarak hesaplanmıştır. Bu verilere ek olarak Esteban ve diğ. (2006b), 30°C ve 35°C'de *A. niger* türlerinin *A. carbonarius* türlerine göre su aktivitesi değerlerinden bağımsız olarak daha hızlı geliştiği, ancak 15°C ve 25°C'de türler arasında önemli farklılıklar bulunmadığı sonucuna varmıştır. Su aktivitesi değerlerinin 0,98'den 0,92'ye düşmesi gelişme hızlarında *A.niger* için %32; *A.carbonarius* için ise %50 azalmaya yol açmıştır.

Mitchell ve diğ. (2004) de yaptığı çalışmada *A. niger*'in düşük su aktivitesi değerlerini *A. carbonarius*'a göre daha fazla tolere edebildiğini belirtmiştir. Okratoksin A üretimi değerlendirildiğinde ise maksimum konsantrasyonun 15°C ve 0,965 su aktivitesinde görüldüğü belirtilmiştir. Ancak sıcaklığın çimlenme ve gelişme hızı üzerindeki önemli etkisinden dolayı mikotoksin üretimi için inokülasyon

dan sonra optimum süre belirlenememiştir. Diğer yandan, *A. niger* ve *A. carbonarius*'un maksimum OTA üretimi koşulları maksimum gelişim hızı ile ilişkilendirilmemektedir. Belli ve diğ. (2004b) ise yaptığı çalışmada farklı koşulların *A. section nigri* (*A. carbonarius*, *A. niger* aggregate ve tek serili) izolatları üzerindeki etkisini üzümlerin bileşimine benzer özellikte hazırlanan besiyerlerinde incelemişlerdir. 25°C'de farklı su aktivitesi değerlerinde (0,90; 0,93; 0,95; 0,98 ve 0,995) incelenen gelişme hızlarının farklı gruplar için önemli ölçüde farklılık gösterdiğini bulmuşlardır. *A. niger* agg. üyelerinin en düşük su aktivitesi değeri dışında diğer su aktivitesi değerlerinde diğer gruplardan daha hızlı geliştiği belirlenmiştir. *A. carbonarius* ve tek serili siyah aspergilliiler için maksimum gelişmenin 0,98 su aktivitesinde görüldüğü ve ayrıca bu iki grup arasındaki farklılıkların önemli olduğunu rapor etmişlerdir. Aynı çalışmada farklı su aktivitesi ve farklı sıcaklık değerlerindeki gelişme koşulları da incelenmiş ve tüm durumlarda en düşük gelişme hızına 10°C ve 15°C'de ulaşıldığı ve düşük su aktivitesi değerlerinde gelişmenin önemsiz olduğu belirtilmiştir. Mitchell ve diğ. (2003) ise *A. carbonarius*'un 10°C'de gelişme göstermediğini; 15°C'de ise yalnızca yüksek su aktivitealarında geliştiğini belirlemişlerdir. *A. carbonarius* için optimum gelişme sıcaklığının 30°C olduğu, *A.niger* agg.'in ise 30°C ve 37°C'de optimum gelişme gösterdiği ve bu iki sıcaklık değeri arasında fark olmadığı rapor edilmiştir. Ancak, Vats ve Banerjee (2002), *A. niger* agg.'in 30°C'de maksimum gelişme hızına ulaştığı ancak 37°C'de gelişme hızında önemli bir düşüşün olduğunu belirtmişlerdir.

Küf gelişme hızının yanı sıra lag fazı süresi de sıcaklık ve su aktivitesi değişimlerinden önemli ölçüde etkilenmektedir. Genel olarak lineer faza ulaşmak için gerekli olan sürenin azalan sıcaklık değerleri ile arttığı belirtilmektedir (Belli ve diğ., 2004b).

Romero ve diğ, (2007), Arjantin'de yetişen kurutulmuş üzümlerden izole ettiği 4 adet okratoksijenik *A. carbonarius* türünün CYA besiyerinde farklı sıcaklık (15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C) ve değişen su aktivitealarında (0,80-0,95) gelişme hızlarını incelemiş ve istatistiksel olarak, bu iki faktörün bireysel olarak ve birlikte gelişme üzerinde önemli etkisi olduğu sonucuna varmıştır. İncelenen izolatlar arasında en yüksek gelişme hızı 0,95 su aktivitesinde ve 17,46 mm/gün olarak belirlenmiştir. Benzer çalışmalar arasında gelişme hızının daha yüksek bulunması türler arası ve bölgesel farklılıklar ile açıklanmıştır.

0,85 su aktivitesinin altında gelişme gözlenmediğinden bu türler için su aktivitesi sınır koşulu 0,85 olarak belirlenmiştir (Belli ve diğ.,2005). Buna karşın İtalya’da yetişen üzümlerden izole edilen farklı *A. carbonarius* izolatlarının gelişmesinin incelendiği bir çalışmada 0,88 su aktivitesinde gelişme gözlemlenmemiştir (Spadaro ve diğ., 2010).

Romero ve diğ. (2007), daha önce yapılan çoğu çalışmaya paralel olarak, incelediği tüm su aktivitesi değerlerinde *A. carbonarius* türleri için en yüksek gelişme hızına 30°C’de ulaşıldığını rapor etmiştir. Benzer şekilde 25°C de oldukça uygun bir sıcaklık değeri olarak belirlenmiştir. 15°C’de ise gelişme yalnızca yüksek su aktivitesinde (0,925 ve 0,95) belirlenebilmiştir. En kısa lag fazı süresi ise 35°C / 0,925 su aktivitesinde 7 saat olarak belirlenmiştir. Genel olarak 35°C gelişme için en uygun olan sıcaklık olarak belirlense de 0,90 su aktivitesi ve üzerinde lag fazı sürelerinin 35°C için 30°C’den daha uzun olduğu da rapor edilmiştir. Ayrıca sıcaklığın azalması ile su aktivitesinin lag fazı üzerindeki etkisinin daha fazla belirginleştiği sonucuna varılmıştır.

Pitt ve Hocking (2009), tarafından *Aspergillus niger* için gelişme sıcaklıklarının minimum 6-8°C, maksimum 45-47°C ve optimum 35-37°C olduğu belirtilmiştir. *Aspergillus carbonarius*’un ise 10°C’de geliştiği ancak 7-8°C’de gelişmediği, optimum gelişmenin 30°C, maksimum gelişmenin 41°C’de olduğu ifade edilmiştir.

Astoreca ve diğ. (2009a) 3 farklı sıcaklık(15°C, 25°C ve 30°C) ve 5 farklı su aktivitesi (0,995; 0,973; 0,951; 0,928 ve 0,910) değerlerinde yapılan araştırmada *A.niger* agg. için optimum gelişme koşullarının 0,995 su aktivitesi ve 30°C olduğu belirlenmiştir. En hızlı gelişmenin belirlendiği 30°C’de lag fazları iki farklı izolat için farklı su aktivitesi değerlerinde 7 ile 54,7 ve 73,4 saat arasında değiştiği rapor edilmiştir. İncelenen izolatlardan biri için 30°C’de su aktivitesi düştükçe lag fazın arttığı gözlemlenebilirken, diğer izolat için aynı durum söz konusu değildir. Ayrıca bu çalışmada 0,910 su aktivitesi değerinde 15°C’de her iki izolat da gelişme göstermemiştir. *A. section nigri* gelişmesi üzerine yapılan diğer çalışmalarda gözlenen optimum ve minimum sıcaklık / su aktivitesi değerleri Çizelge 2.1.’de gösterilmiştir. Çizelge 2.1’den de elde edilen sonuçlara göre farklı gelişme ortamları genel olarak benzer sıcaklıklarda test edilmiştir ve optimum sıcaklık değerleri de genel olarak benzerlik ve birbirlerine yakınlık göstermiştir.

Çizelge 2.1 : *A. section nigri*, *A. niger* agg. ve *A. carbonarius* küfleri için farklı çalışmalarda elde edilen minimum ve optimum sıcaklık/suaktivitesi değerleri.

İzolat	Ortam	Test edilen sıcaklık	Optimum sıcaklık	Optimum su aktivitesi	Minimum su aktivitesi	Referans
<i>A. section nigri</i>	Tahıl	15-30°C	30 °C	0.97	0,85	Astoreca ve diğ., 2007a
	CYA/YES	5- 45 °C	30 – 35 °C	-	-	Esteban ve diğ., 2004
<i>A. niger</i> agg.	Mısır	15- 30 °C	30 °C	0,95	0,91	Astoreca ve diğ., 2009a
	Yer fıstığı	15- 30 °C	30 °C	0,99	0,91	Astoreca ve diğ., 2009b
	Kahve	15- 30 °C	25°C	0,99	0,93	Astoreca ve diğ., 2010b
	Simüle üzüm suyu	15- 35 °C	35 °C	0,98	0,92	Leong ve diğ., 2006
<i>A. carbonarius</i>	Yapay üzüm suyu	10- 40 °C	35 °C	0,98	0,88	Mitchell ve diğ., 2004
	Kuru üzüm	15- 30 °C	25- 30 °C	0,99	0,91	Astoreca ve diğ., 2007b
	Yapay üzüm	15- 37 °C	30 °C	0,95-0,99	0,90	Belli ve diğ., 2005
	Yapay besiyeri	20-28 °C	28°C	-	-	Belli ve diğ., 2006
	Yapay besiyeri	10-37 °C	25 °C	0,95	-	Selouane ve diğ., 2009
	Simüle üzüm suyu	15-35 °C	30 °C	0,965	0,92(15 °C)	Leong ve diğ., 2006
	CYA	15- 35 °C	30 °C	0,95	0,85	Romero ve diğ., 2007
	Yapay besiyeri	20 / 30 °C 20 / 37 °C 25 / 42 °C	20 / 30 °C	-	-	Oueslati ve diğ., 2010

2.3.2 Hidrojen iyon konsantrasyonu (pH)

Ortamdaki hidrojen iyonu konsantrasyonunun gelişmesi doğrudan hücre yüzeyi ile etkileşimi sonucu ya da dolaylı olarak besinlere erişimi etkilemesinden kaynaklanmaktadır (Belli ve diğ., 2006). Wheeler ve diğ. (1991), *Aspergillus* türlerinin alkali pH ortamına diğer türlerden daha fazla tolerans gösterdiğini rapor etmiştir. pH'ın küf gelişmesi ve lag fazı üzerindeki etkisi sıcaklık ve su aktivitesine göre çok daha önemsiz olduğundan bu konuda sınırlı literatüre erişilebilmiştir (Spadaro ve diğ., 2010). Esteban ve diğ. (2005) *A. carbonarius*'un geniş pH aralığında (pH: 2-10) gelişebildiğini belirtmiştir. Benzer şekilde *A. niger*'in de geniş pH aralığında gelişme gösterebildiği rapor edilmiştir (Pitt ve Hocking. 2009).

Spadaro ve diğ. (2010), yaptıkları çalışmada 3 adet okratoksijenik *A. carbonarius* izolatının gelişmesinde sıcaklık, su aktivitesi ve pH'nın fungal gelişim ve mikotoksin üretimine etkisini incelemiş ve farklı pH değerlerinde (pH: 4, 7, 9, 10) yaptıkları analizler sonucunda pH yükseldikçe gelişme hızında azalma görüldüğünü rapor etmişlerdir. Ayrıca, Kapetanakou ve diğ. (2009) *A. carbonarius*'un malt extract agar (MEA)'da gelişmesini ve okratoksin üretimini farklı sıcaklık (10,15,20,25,30 ve 40°C), su aktivitesi (0,87; 0,93 ve 0,99) ve pH (3,9; 5,1; 5,9 ve 6,8) aralıklarında incelemiş ve pH'ın yalnız başına önemli etkisi bulunmadığı, ancak su aktivitesi ile interaksyonun gelişme ve mikotoksin üretiminde önemli etkisi olduğunu rapor etmiştir.

2.3.3 Atmosferin gaz bileşimi

Gıdalarda bozulmaya yol açan küflerin gelişebilmek için oksijene gereksinim duyduğu ve küf gelişmesi için substrat içinde çözünmüş halde bulunan oksijenin atmosferdeki oksijenden daha önemli olduğu belirtilmektedir (Belli ve diğ., 2006).

Pateraki ve diğ.(2007), 3 farklı atmosfer bileşiminde (21% O₂, 0.03% CO₂, 79% N₂); 25% CO₂ (1% O₂, 25% CO₂, 74% N₂); 50% CO₂ (1% O₂, 50% CO₂, 48% N₂) üzümlerden izole ettikleri *A. carbonarius* izolatlarının gelişmesini farklı su aktivitelerinde incelemişlerdir. Bu çalışmada gelişmenin en yüksek olduğu su aktivitesinde (0,985) %25 CO₂ içeren atmosfer koşullarında iki izolatın %30 oranında inhibisyona uğradığı rapor edilmiştir. %50 CO₂ içeren atmosfer ortamında ise tüm su aktivitelerinde 5 günden sonra gelişmenin tamamen durduğu rapor

edilmiştir. Yapılan bir çalışmada %30'dan fazla CO₂ içeren besiyeri koşullarında *A. carbonarius* tarafından gerçekleştirilen OTA üretiminin inkübasyondan 14 gün sonra tamamen durduğu da belirtilmiştir (Paster ve diğ., 1983).

2.3.4 Antifungal maddeler ve koruyucular

Birçok gıdada mikotoksin oluşumunu önlemede en etkin yol mikotoksijenik küflerin gelişmesini önlemek olduğu belirtilmektedir (Garcia-Cela ve diğ., 2012). Ancak antifungal maddelerin sürekli ve gelişigüzel kullanımı hem dayanıklı mikroorganizmaların oluşmasına hem de tüketiciler açısından toksik etkilerin artmasına neden olduğundan bu konuda yasal sınırlamalar getirilmiştir (Lopez-Malo ve diğ., 2000).

Garcia-Cela ve diğ. (2012), yaptığı çalışmada *equiestum arvense* ekstraktı ve *Aspergillus* türleri için sıklıkla kullanılan 5 farklı antifungal maddenin üzümlerden izole edilen *A. carbonarius*'un gelişmesini %19-41 oranında inhibe ettiğini belirlemiştir.

Yine *Equiestum arvense*'nin antifungal etkisini inceleyen bir çalışmada besiyerine eklenen %3 oranındaki *Equiestum*'un incelenen tüm sıcaklık ve su aktivitesi değerlerinde *A. carbonarius* gelişmesini neredeyse tamamen durdurduğu ancak, daha düşük oranlarda kullanıldığı zaman *A. carbonarius*'un kontrol örneği ile benzer bir gelişim gösterdiği belirtilmiştir (Garcia ve diğ., 2011).

Rasooli ve diğ. (2006) ise farklı konsantrasyonlardaki *Thymus striatus* yağı ve ana bileşeninin *A. niger* izolatları üzerindeki inhibe edici etkisini incelemiş ve kullanılan konsantrasyonlara da bağlı olmak üzere güçlü antifungal etkilerinin olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada kullanılan antifungal maddelerin hücre duvarı ve hücre zarını etkileyerek inhibisyona yol açtığı da elektron mikroskobu ile yapılan gözlemler sonucu belirlenmiştir.

Antifungal ajanların yanı sıra okratoksijenik küflerin gelişimini önlemek amacıyla propiyonik asit ve sorbik asit gibi koruyucuların da kullanıldığı ancak bu maddelerin birçok küfün gelişmesinde ve metabolit oluşumunun önlenmesinde yeterli olmadığı literatürde yer almaktadır (Marin ve diğ., 1999). Antioksidanların *A. flavus* ve *A. paraciticus*'un gelişmesi ve toksin üretimi üzerine inhibe edici etkisi yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Passone ve diğ., 2005; Ponsone ve diğ., 2011). Palumbo

ve diğ. (2007) ise aynı durumun okratosijenik küfler için de geçerli olabileceğini belirtmiş ve gallik asit, vanilik asit, 4-hidroksibenzoik asit, kafeik asit, kateşin ve protokateşik asidin okratoksijenik küfler ve toksin üretimi üzerinde etkisini yaptığı çalışma ile incelemiştir. Bu çalışmada gallik asit ve 4-hidroksibenzoik asidin OTA üretimini yavaşlattığı bulunmuş ancak diğer antioksidanların farklı etkiler yaptığı belirtilmiştir.

Barberis ve diğ. (2009), yaptığı çalışmada bütire hidroksi anizol (BHA)'un *Aspergillus section nigri* (*A. carbonarius* ve *A. niger* agg. üyeleri üzerindeki inhibe edici etkisini farklı sıcaklık (18°C ve 25°C) ve su aktivitesi (0,93; 0,98 ve 0,995) koşullarında incelemiştir. *A. carbonarius* ve *A. niger* agg. izolatlarına ait lag fazının, test edilen tüm koşullarda artan BHA konsantrasyonuyla artış gösterdiği rapor edilmiştir. Ayrıca 20 mmol/L konsantrasyonundaki BHA'nın tüm koşullarda *A. section nigri* üyelerinin gelişmesini tamamen durdurduğu belirtilmiştir.

Ancak, antifungal maddelerin mekanizmaları tam olarak çözülememekle birlikte Moss ve Frank (1987) bu maddelerin öldürücü dozun altında kullanıldığı zaman toksin oluşumunu desteklediğini rapor etmiştir (Belli ve diğ., 2006).

2.3.5 Substrat

Bilindiği gibi küfler gelişmelerini sürdürebilmek için gerekli olan karbonu birçok kaynaktan sağlayabilmektedirler. Hatta morfolojik özelliklerin yanında kullandıkları karbon kaynağına bağlı olarak küflerin ayırt edildiği de bilinmektedir (Belli ve diğ., 2006). Karbonun yanı sıra küf gelişmesi için önemli olan diğer bileşenler nitrojen, sülfür, fosfor, potasyum ve magnezyum olarak belirtilmektedir. Ayrıca iz elementler (Fe, Cu, Mn, Zn vb.) de enzimlerin kofaktörleri olarak gerekli olmakla birlikte fazla miktarlardaki iz elementler bazı küfler için toksik etki oluşturabilmektedir (Medina ve diğ., 2008).

Medina ve diğ. (2008) değişen konsantrasyonlardaki farklı karbon (sakaroz, glikoz, maltoz, fruktoz ve arabinoz) ve nitrojen (histidin, prolin, arginin, fenil alanin, triptofan, tirozin, NH_4NO_3 ve $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$) kaynaklarının üzümlerden izole edilen *A. carbonarius* üyelerinin gelişmesi ve OTA üretimi üzerine etkisini incelemiş ve yüksek konsantrasyonlardaki karbon kaynaklarının küf gelişmesini ve OTA sentezini arttırdığını belirtmişlerdir. Kullanılan karbon kaynakları içinde arabinozun gelişmeyi ve toksin üretimini pozitif olarak etkilediği belirtilmiş ve karbon kaynaklarının farklı

etkilerini kullanılan şekerlerin yapısal özellikleri ile bağdaştırmıştır. Ayrıca inorganik azot kaynaklarının kullanıldığı besiyerinde toksin üretimi organik kaynaklar kullanılan besiyerlerinde elde edilen sonuçlara göre ortalama değerde olduğu ve farklılıkların önemli seviyede olmadığı belirtilmiştir.

Sentetik besiyerleri ile yapılan çalışmaların yanı sıra doğal substratlar ile yapılan çalışmalar da okratoksijenik küflerin gelişmesinde substrat özelliklerinin önemini anlamaya yardımcı olmaktadır. Farklı üzüm çeşitlerinden (Thomson seedless, Kyoho ve Red Earth) oluşan substratlara *A.carbonarius* sporları inoküle edilmiş ve farklı sıcaklıklarda inkübe edilen üzümlerin fungal gelişimi etkileyip etkilemediği araştırılmıştır. Üzümlerin kimyasal özelliklerinin yanında zedelenmeler, meyve sertliği ve kabuk inceliği gibi fiziksel özelliklerin de gelişme üzerindeki etkisi incelenmiş ve en fazla gelişmenin Thomson seedless üzümlerinde, en az gelişmenin de Red Earth üzümlerinde olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca küf gelişmesinin üzümlerin toplam kuru madde, indirgen şeker içeriği ve asitlik seviyelerindeki değişimin, gelişmeye paralel olarak en fazla Thomson seedless çeşidinde gözlemlendiği belirtilmiştir. Analiz edilen özellikler içinde, yüksek indirgen şeker içeriği, yüksek kuru madde ve düşük kabuk sertliği ile *A. carbonarius* gelişim hızı arasında doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Jiang ve diğ., 2013).

2.3.6 Substrat mikroflorası (Yarışmacı mikroflora)

Gıdalarda okratoksijenik küflerle eş zamanlı olarak gelişen diğer küfler ya da bakteri gruplarının okratoksijenik küflerin gelişmesini ve hatta sekonder metabolit üretimini kısıtladığı bilinmektedir (Belli ve diğ., 2006). Valero ve diğ. (2007), üzümlerden izole edilen 11 farklı küfün (*Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*, *Eurotium amstelodami*, *Penicillium janthinellum*, *P. decumbens*, *Trichoderma harzianum*, *Candida sp.*, *Aspergillus carbonarius* OTA-negative, *A. carbonarius* OTA-positive, *A. niger* var. *niger*. ve *A. japonicus* var. *Aculeatus*) gelişimini farklı sıcaklık ve su aktivitelerinde birbirlerinin gelişmesi üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemeye çalışmıştır. Bu çalışmada siyah *Aspergilli* türleri içinde diğer mikroflora tarafından en fazla inhibisyona uğrayan tür *A. niger* olarak belirlenmiş; *A. carbonarius* gelişmesinin ise yarışmacı mikrofloradan önemli seviyede etkilenmediği rapor edilmiştir. Ayrıca incelenen tüm sıcaklık ve su aktivitesi değerlerinde en fazla gelişme hızına sahip olan 2 tür *T. harzianum* and *A. section nigri* olarak

belirlenmiştir. Bunun yanı sıra *T. harzianum*'un test edilen 4 Aspergilli türünün gelişmesini inhibe ettiği gözlenmiştir. *T. harzianum*, *A. alternata* ve *P. decumbens* antifungal metabolitler üreterek küf gelişmesinin kontrolünde kullanıldığı bilinmektedir (Nampoothiri ve diğ. 2004). Amezcua ve diğ. (2012) ise benzer şekilde *Kluyveromyces thermotolerans* türüne ait iki izolatın *A. section nigri* ve *A. carbonarius*'un gelişme hızını uygulanan sıcaklık, su aktivitesi ve kullanılan izolatların türüne bağlı olmakla birlikte %11-83.2 oranında azalttığını rapor etmişlerdir.

Gıdaların hasat sonrası okratoksijenik küflerle bulaşısının ve mikotoksin üretiminin önlenmesinde farklı küflerin kullanımı önemli biyolojik silahlar olarak görülmektedir (Pettersson ve diğ., 1998). Yapılan bir çalışmada üzümlerden izole edilen *Issatchenkia orientalis*, *Metschnikowia pulcherrima*, *I. terricola* ve *Candida incommunis* küflerinin *A. carbonarius* ve *A. niger* gelişmesini inhibe ettiği rapor edilmiştir (Bleve ve diğ. 2006). Ayrıca Armando ve diğ. (2013), *S. cerevisiae*'nin *A. carbonarius* gelişmesini farklı pH ve sıcaklık şartlarında değişik oranlarda inhibe ettiğini; ancak sadece 37°C'de ve pH=4'de *A. carbonarius*'un tamamen inhibe olduğunu belirtmişlerdir. Küflerin antagonistik etkisinde en önemli faktörün besin ve yer için yarışma ortamının doğması ve böylelikle ikincil faaliyetlerin minimize edilmesi olarak gösterilmektedir. Ayrıca yapılan birçok çalışma ile laktik asit bakterilerinin gıdalardaki küfler üzerindeki inhibe edici özeliğinin ürettikleri antifungal maddelerden kaynaklandığı belirlenmiştir (Djossou ve diğ., 2011).

2.3.7 Diğer faktörler

Bahsedilen unsurların yanı sıra böcek ve bitkiye zarar veren diğer organizmaların da özellikle tropik bölgelerde tarladaki kontaminasyonlarda önemli bir problem olarak görülmektedir. Bu tür ve buna benzer durumların önüne geçilebilmesi amacıyla çeşitli metotlar ve teknikler kullanılmaktadır, aynı zamanda farklı tekniklerin geliştirilmesine de zemin hazırlamaktadır. Birçok değişik tür böcek taşıyıcı olarak gıdaların fungi ile enfekte olmasına yol açmaktadır. Hatta zararlıların yol açtığı hasarın süresinin, mikotoksin seviyesine etki ettiği belirtilmektedir. Bu gibi faktörler diğer faktörler olarak nitelendirilmektedir. Buna ek olarak su ve rüzgar da fungal sporların yayılmasında önemli olan diğer taşıyıcı unsurlar olarak bilinmektedir (Belli ve diğ., 2006).

2.4 Fungal Gelişme ve Kinetik Modelleme

Mikotoksijenik küfler çok çeşitli substratları kullanabilme ve düşük sıcaklık, su aktivitesi ve pH koşullarını nispeten tolere edebilmelerinden dolayı yaygın olarak görülmektedir (Garcia ve diğ., 2009).

Membre ve Lambert (2008), gıda güvenliği açısından tahminleyici mikrobiyoloji uygulamalarını aşağıda belirtilen 3 gruba ayırmıştır.

Ürün yeniliği: Mikrobiyal çoğalmayı, gelişme limitlerini, değişik formülasyon ya da proses şartlarının inaktivasyon oranlarını belirleyerek yeni ürün geliştirilmesinde var olan ürünlerin yeniden formüle edilmesinde ya da uygun depolama koşulları ve raf ömrünün belirlenmesine olanak sağlamaktadır.

İşletme desteği: Proses değişkenlerinin gıda güvenliği ve gıda kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirerek işletme kurulumu ve prosesler sırasında örneğin; kritik kontrol noktalarının belirlenmesi, işletme içi ısıtma sistemlerinin belirlenmesi vb. gibi konularda verilmesi gereken kararların belirlenmesinde önem taşımaktadır.

Özel durum desteği: Marketteki ürünlerle ilgili bir problem gözlenmesi durumunda tüketici sağlığı ve gıda kalitesi üzerindeki etkileri tahmin etmek amacıyla kullanılmaktadır.

Gıda güvenliğinin sağlanması konusundaki gereksinimler, çevre şartlarına karşı mikroorganizmaların verdiği cevapları önceden tahmin edebilmeye yarayan matematiksel modellerin geliştirilmesini ve kullanımını yaygınlaştırmıştır. Son 20 yıl içinde küflerin gelişmesi ile ilgili yapılan modelleme çalışmaları hız kazanmıştır ancak yinede küf gelişmesi üzerine yapılan çalışmalar bakteriyel gelişme üzerine yapılan çalışmalar kadar ivmeli bir şekilde devam edememektedir. Bunun nedeni Gibson ve Hocking (1997) tarafından küflerin doğası gereği fungal gelişmenin birçok nedene bağlı olması olarak gösterilmiştir (Garcia ve diğ., 2010). Ayrıca miselyumlar eksponansiyel olarak artış göstermediğinden dolayı bakteriler için kullanılan CFU metodu yalnızca fungal sporlar için kullanılabilir. Bu nedenle küfler için koloni çapı ölçümüne dayalı yöntemler basit ve direkt bir yöntem olması nedeniyle tercih edilmektedir.

Gıda güvenliği açısından kilit noktanın mikotoksin üretiminin olduğu bilinmesine rağmen, küf gelişmesi ve mikotoksin üretimi arasında direkt bir korelasyon

bulunmamaktadır. Bu nedenle küf gelişmesinin önlenmesi, mikotoksin oluşumunu da önleyeceğinden çimlenme ve gelişme hızlarının modellenmesi alternatif seçenek olarak ortaya çıkmıştır (Garcia ve diğ., 2009).

2.4.1 Birincil modeller

Hedef mikroorganizma popülasyonunun zamana bağlı olarak gelişmesini inceleyen modellerdir. Ancak, bakterilerden farklı olarak fungal gelişme çimlenme, hifal gelişme ve misel oluşumunu kapsadığından model çalışmaları genellikle çimlenme, gelişme ve inaktivasyon modelleri olmak üzere 3 grupta toplanmıştır (Garcia ve diğ., 2009).

Çimlenme modelleri

Çimlenme aşaması çok kısa bir süre içinde gerçekleşmekte ve gıda güvenliği açısından üzerinde durulması gereken en önemli basamak olarak görülmektedir. Ancak çimlenme kinetiği üzerinde literatürde oldukça az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Çimlenen sporların zamanla değişimini inceleyen çalışmalarda Gompertz ve Logistic modeller kullanılmıştır.

Logistic model;

$$P = P_{\max} / (1 + \exp(k(r-t))) \quad (2.1)$$

Gompertz modeli;

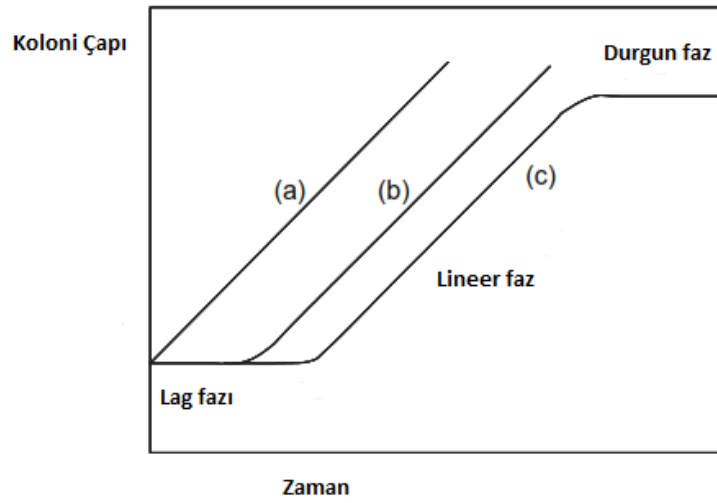
$$P = P_{\max} * \exp[-\exp((k * \exp(1) * (\lambda_{\text{germ}} - t) / P_{\max}) + 1)] \quad (2.2)$$

Bu iki model için ortalama hatalar karesi(RMSE) göze alındığında iki modelin de benzer olduğu belirlenmiştir. Ancak hangi küfler için hangi modelin kullanılacağına bilinmesi imkansız olduğundan bu aşamada diğer parametreler devreye girmektedir. Örneğin germinasyon süresi(sporların yarısının çimlenmesi için geçen süre) logistic modelle daha yüksek doğrulukla hesaplanabilmekte iken lag fazı Gompertz modeli ile daha yüksek doğruluk vermektedir (Garcia ve diğ., 2009).

Gelişme modelleri

Küflerde çimlenme başladıktan sonraki sürecin makroskobik koloni oluşumu ile sonuçlandığı belirtilmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi bakteri gelişimi için

kullanılan CFU sayımı küflerde sadece spor sayısını belirlemede kullanılabilmektedir. Küflerin gelişiminin modellenmesinde en yaygın olarak kullanılan metot, gıda analizlerine uygulanamamasına rağmen, koloni çapının ölçülmesi olarak belirtilmektedir. Katı besiyerinde optimum koşullarda küf gelişmesinin lag fazı ve bunu izleyen lineer gelişme fazından oluşan bir yol izlemesine rağmen, optimum koşulların altında küf gelişmesinin durduğu durgun faz(stationary phase) gözlenmektedir (Gibson ve diğ., 1994).



Şekil 2.2 : Katı besiyerinde optimum ve optimum olmayan koşullarda küflerin gelişme eğrileri.

Bazı araştırmacılar ise durgun fazı petrinin çapına benzeten sigmoidal modelleri kullanmışlardır. Şekil 2.2’de de optimum ve optimum olmayan koşullardaki gelişme eğrileri gösterilmektedir. Birincil gelişme modelleri arasında en çok kullanılan modeller çizgisel (Lineal) model, Gompertz modifiye modeli ve Baranyi & Roberts modeli olarak rapor edilmiştir (Zwietering ve diğ., 1990; Baranyi ve Robertz, 1994).

Lineal model en basit uygulanabilen model olduğundan oldukça fazla araştırmacı tarafından tercih edilmektedir. Bu yolla gelişme hızı kolaylıkla hesaplanabilirken, lag fazı da regresyon çizgisi ve x eksenindeki kesişimden belirlenebilmektedir (Garcia ve diğ., 2009)

Gompertz modifiye modeli ise asimetric sigmoidal bir eğrinin eksponansiyel fonksiyonu olarak belirtilmektedir. Aşağıda belirtilen formülde y_{max} , μ_{max} ve λ non-lineer algoritma yoluyla elde edilen tahmini gelişim parametreleridir.

$$y = y_{max} * \exp\{-\exp[(\mu_{max} * \exp(1) * (\lambda - t) / y_{max}) + 1]\} \quad (2.3)$$

Baranyi modeli ise genellikle bakteriler için sıklıkla kullanılan bir eşitliktir. Bu model, belirli bir zamandan sonra gelişim hızının lineer olduğunu ve lineer fazdan sonra bir üst asimptotun olduğunu varsaymaktadır. Bu model çeşitli genellemeler yapıldığında lineer model ile sonuçlanmaktadır. Bu modele göre;

$$y = y_0 + \mu_{\max} * A - \ln\{1 + (\exp[(\mu_{\max} * A)] - 1) / \exp(y_{\max} - y_0)\} \quad \text{ve} \quad (2.4)$$

$$A = t + (1/\mu_{\max}) \ln[\exp(-\mu_{\max} * t) + \exp(-\mu_{\max} * \lambda) - \exp(-\mu_{\max} * t - \mu_{\max} * \lambda)] \quad (2.5)$$

Matematiksel modellerin istatistiksel analizinin yapıldığı çalışmalar Baranyi modelinin birçok değişkene göre gelişim eğrilerine daha fazla uyum gösterdiğini belirtmiştir (Garcia ve diğ., 2009). Ayrıca 14 adet gıda bozulmasına yol açan küf ile yapılan bir çalışmada lineal, Gompertz ve Baranyi modellerinin uygunluğu araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre lineal ve Baranyi modelinin maksimum gelişim hızı ve lag fazı tahmininde Gompertz modeline göre daha iyi sonuç verdiği belirlenmiş ve var olan modeller içinde en uygun model olarak Baranyi modeli gösterilmiştir (Marin ve diğ., 2008).

İnaktivasyon modelleri

Fungal sporların yüksek sıcaklık ya da aşırı dozda ölümcül maddelere maruz kalmasıyla inaktivasyonunun modellenmesi ile ilgili literatürde çok az çalışma bulunmaktadır ve bu çalışmaların çoğunda lineer inaktivasyon yaklaşımı ile aşağıdaki eşitliği kullanılmıştır (Garcia ve diğ., 2009).

$$dN/dt = -k_i * N; \quad \ln N(t) - \ln N_0 = -k_i * t \quad (2.6)$$

2.4.2 İkincil modeller

Gıdalarda küf gelişmesine etki eden başta su aktivitesi, sıcaklık, pH olmak üzere birçok faktör bulunmaktadır. İkincil modeller bu çevresel faktörlerin küf üzerine etkisini tanımlamaktadır. Çimlenme üzerine yapılan ikincil modeller sınırlı olmakla birlikte polinom modellerin kullanıldığı görülmektedir. İkincil modellemede kullanılan başlıca modeller Ratkowsky square-root model, Linear Arrhenius–Davey eşitliği, Rosso cardinal model, Gibson model ve diğer polinom modelleri olarak sıralanabilir (Garcia ve diğ., 2009).

Ratkowsky square-root modeli (Ratkowsky ve diğ., 1983) bakteriler için geliştirilmiştir. Aşağıdaki eşitlik ile tanımlanmakta olup eşitlikteki $b, c, T_{\min}$ ve $T_{\max}$

değerleri tahmini değerlerdir. Bu model sıcaklık faktörü için geliştirilmiş olmasına rağmen (Tassau ve diğ.,2007) su aktivitesi için de kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

$$\sqrt{\mu_{\max}} = b(T - T_{\min})\{1 - \exp[c(T - T_{\max})]\} \quad (2.7)$$

$$\sqrt{\mu_{\max}} = b(a_w - a_{w \min})\{1 - \exp[c(a_w - a_{w \max})]\} \quad (2.8)$$

Arrhenius–Davey eşitliği de benzer şekilde ilk başta sıcaklığın bakteri gelişimi üzerindeki etkisini belirlemek için geliştirilmiş olsa da daha sonra yapılan birçok çalışma da küf gelişiminin modellenmesinde de kullanıldığı belirtilmektedir. Bu eşitliğe göre $c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6$ tahmini sabit değerler olmak üzere;

$$\ln g = c_0 + c_1/T + c_2/T^2 \quad (2.9)$$

Bu eşitlik su aktivitesi ve pH gibi değerlerle genişletilerek;

$$\ln g = c_0 + c_1 \cdot a_w + c_2 \cdot a_w^2 + c_3 \cdot \text{pH} + c_4 \cdot \text{pH}^2 + c_5 \cdot T + c_6 \cdot T^2 \quad (2.10)$$

eşitliği elde edilmiştir (Garcia ve diğ., 2009).

Rosso modeli ise 3 ana sıcaklık değerini ($T_{\min}, T_{\max}$ ve T_{opt}) ve optimum sıcaklıktaki gelişme hızını esas alan bir model olarak tanımlanmaktadır. Bu modelin en önemli avantajı ise eşitlikteki her parametrenin fizyolojik bir anlamının olması ve bu sayede parametre tahminlerinin yapılmasını kolaylaştırması olarak belirtilmiştir (Rosso ve diğ., 1993)

$$\mu_{\max} = \frac{(\mu_{\text{opt}} \cdot (T - T_{\max})) \cdot (T - T_{\text{opt}})^2}{(T_{\text{opt}} - T_{\min}) \{ (T_{\text{opt}} - T_{\min}) \cdot (T - T_{\text{opt}}) - (T_{\text{opt}} - T_{\max}) (T_{\text{opt}} + T_{\min} - 2T) \}} \quad (2.11)$$

Rosso modeli daha sonraları Rosso ve Robinson (2001) tarafından su aktivitesinin etkisini incelemek üzere aşağıdaki formda kullanılmıştır.

$$\mu_{\max} = \frac{(\mu_{\text{opt}} \cdot (a_w - a_w(\max))) \cdot (a_w - a_w(\text{opt}))^2}{(a_w(\text{opt}) - a_w(\min)) \{ (a_w(\text{opt}) - a_w(\min)) \cdot (a_w - a_w(\text{opt})) - (a_w(\text{opt}) - a_w(\max)) (a_w(\text{opt}) + a_w(\min) - 2a_w) \}} \quad (2.12)$$

Gibson modeli funguslar için geliştirilen ilk model olduğundan büyük önem taşımaktadır. Gibson(1994), fungal gelişimin logaritması ile $1 - a_w$ değerinin karekökü arasında parabolik bir ilişki olduğunu belirtmiş ve a_0, a_1, a_2 tahmin edilmesi gereken sabitler olmak üzere aşağıdaki modeli önermiştir.

$$\ln g = c_0 + c_1 \cdot \sqrt{1 - a_w} + c_2 \cdot (1 - a_w) \quad (2.13)$$

Tassau ve diğ.(2008) yaptıkları çalışmada sıcaklık ve su aktivitesinin kombine etkisini incelemek amacıyla Gibson eşitliğini düzenleyerek aşağıdaki eşitliği geliştirmişlerdir.

$$\ln g = c_0 + c_1 \sqrt{1 - a_w} + c_2 (1 - a_w) + c_3 T + c_4 T^2 + c_5 a_w T \quad (2.14)$$

2.4.3 Üçüncül modeller

Üçüncül modeller birincil ve ikincil modellerin bir veritabanı yazılımı ile birleştirilmesiyle elde edilen modeller olarak tanımlanmıştır. Üçüncül modelleri arasında Amerikan Zirai Araştırma Servisi (USDA) tarafından oluşturulan patojen modelleme programı (PMP, v.7.0) ve ComBase en çok bilinen araçlar olarak gösterilmektedir. Ancak bu iki model de patojen bakterilerin gelişmesi üzerinde değişik faktörlerin etkisinin modellenmesinde son derece etkin programlar olmasına rağmen küf gelişmesi ya da mikotoksin oluşumu ile ilişkilendirilmemiştir (Garcia ve diğ., 2009).

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

3.1.1 *Aspergillus* section *nigri* izolatları

Tez çalışması kapsamında Ege Bölgesi'nden toplanan kuru incirlerden izole edilen 30 adet *Aspergillus* section *Nigri* izolatu (5 adet *A. carbonarius*, 5 adet *A. niger* aggregate) kullanılmıştır (Karbancıoğlu-Güler, 2008). Çalışmada kullanılan izolatlar Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 : *Aspergillus* section *Nigri* üyesi izolatlar.

No	İzolat	Tür
1	18M5	<i>A. niger</i> agg.
2	46D1	<i>A. niger</i> agg.
3	55X1	<i>A. niger</i> agg.
4	58D2	<i>A. niger</i> agg.
5	1404M2	<i>A. niger</i> agg.
6	35X1	<i>A. carbonarius</i>
7	57D1	<i>A. carbonarius</i>
8	65D9	<i>A. carbonarius</i>
9	2004X2	<i>A. carbonarius</i>
10	3904X4	<i>A. carbonarius</i>

3.1.2 Besiyeri ve çözeltiler

Küf süspansiyonlarının hazırlanmasında malt ekstrakt agar (MEA-Merck 1,05398) ve %0,5'lik Tween 80 çözeltisi kullanılmıştır. İzolatlar CYA besiyerine inoküle edilmiş ve analizler gerçekleştirilmiştir. Kullanılan besiyeri ve izolat bileşimleri Çizelge 3.1'de çözeltilerin kimyasal bileşimine ait formüller ise Çizelge. 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 ve 3.7'de gösterilmiştir. Besiyeri ve Tween 80 çözeltisi 121°C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiştir.

Çizelge 3.2 : CYA besiyerinin kimyasal bileşimi.

Czapek Yeast Agar (CYA)	Miktar
Dipotasyum hidrojen fosfat	1 g
Czapek çözeltisi	10 mL
İz metal çözeltisi	1 mL
Maya ekstraktı(toz)	5 g
Sukroz	30 g
Agar	15 g
Distile su	1 L

Çizelge 3.3 : İz metal çözeltisinin kimyasal bileşimi.

İz metal çözeltisi	Miktar
$\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,5 g
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1 g
Distile su	100 mL

Çizelge 3.4 : Czapek çözeltisi kimyasal bileşimi.

Czapek çözeltisi	Miktar
NaNO_3	30 g
KCl	5 g
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	5 g
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,1mL
Distile su	100 mL

Çizelge 3.5 : Malt ekstrakt agar besiyeri kimyasal bileşimi.

Malt ekstrakt agar	Miktar
Malt ekstrakt	30 g
Pepton	3 g
Agar	15 g
Distile su	1 L

Çizelge 3.6 : Tween 80 çözeltisinin kimyasal bileşimi.

Tween 80 çözeltisi	Miktar
NaCl	8,5 g
Pepton	1 g
Tween 80	1 g
Distile su	1 L

3.2 Metot

3.2.1 Küf izolatlarının ve spor süspansiyonlarının hazırlanması

Çalışma kapsamında kullanılan küf izolatları malt extract agar besiyerine aşılanarak 25°C’de 7 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda %0,5’lik Tween 80 çözeltisi kullanılarak küf izolatlarının $1-4 \times 10^6$ adet*mL⁻¹ konsantrasyonunda spor süspansiyonları hazırlanmıştır. Hazırlanan spor süspansiyonundan 1 µL alınarak *A. carbonarius* izolatları ve *A. niger* agg. izolatları Czapek Yeast Agar (CYA) besiyerine ekilmiştir.

CYA (Czapek yeast ekstrakt agar) besiyerinin su aktivitesi değerlerini 0.85, 0.89, 0.93, 0.97, 0.99’a ayarlamak için gerekli olan gliserol miktarı hesaplanmış ve besiyerine ilave edilmiştir. İlave edilen gliserol miktarlarının belirlenmesinde farklı gliserol miktarlarının su aktivitesi üzerinde yaptığı değişimler hesaplanmış ve buradan elde edilen verilerin deneysel eğriler üzerinden interpolasyonu ile uygun gliserol miktarı hesaplanmıştır.

3.2.2 İzolatların optimum gelişme sıcaklıklarının incelenmesi

CYA besiyerine inoküle edilen 5 adet *A. carbonarius* ve 5 adet *A. niger* agg. izolatı izolatı 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40°C’de 30 güne kadar inkübe edilmiştir. Küf gelişmesi koloni çaplarının günlük olarak 2 açıdan ölçülmesi ile belirlenmiştir. Deneysel çalışma 4 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

3.3 Hesaplamalar ve İstatistiksel Analiz

Küf gelişmesine sıcaklığın ve su aktivitesinin etkisinin belirlenmesi amacıyla ölçülen zamana karşı koloni çapının lineer ilişkisinden gelişme hızı (mm/gün) ve lag fazı süreleri (gün) Microsoft Excel 2010 kullanılarak hesaplanmıştır. Zamana

karşı koloni çaplarının lineer ilişkisi, büyüme oranlarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Koloni çaplarının 5 mm'ye ulaştığı süre de lag fazı süresine olarak belirlenmiştir. (Astoreca ve diğ., 2007a).

Sıcaklığın kf gelişmesi ve lag fazı süresine etkisinin belirlenmesi amacıyla Arrhenius-Davey modeli, su aktivitesinin kf gelişmesi ve lag fazı süresine etkisinin belirlenmesi amacıyla da Gibson modeli kullanılmıştır. Sıcaklık ve su aktivitesinin kf gelişmesi ve lag fazı sürelerine birlikte etkisinin belirlenmesi amacıyla da ikinci dereceden polinom denklemi kullanılmıştır.

Sıcaklık ve su aktivitesinin gelişme hızı ve lag fazı süresi üzerine bireysel etkileri $\alpha=0,05$ önem düzeyinde tek yollu ANOVA ile ve bu iki faktörün interaksiyonlarının gelişme hızı ve lag fazı süresi üzerine etkileri de iki yollu ANOVA ile değerlendirilmiştir. Ortalamalar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır. Modellerin oluşturulmasında SPSS (IBM SPSS STATICS 20) programı kullanılmıştır. İstatistiksel analizler ise Minitab (MINİTAB 16) programı ile yapılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 *Aspergillus Section Nigri* Üyelerinin Gelişimine Sıcaklık ve Su Aktivitesinin Etkisi

Yapılan çalışmada beş adet *Aspergillus niger* agg. ve beş adet *Aspergillus carbonarius* izolatlarının gelişmesine 8 farklı sıcaklık (5 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C ve 40 °C) ve 5 farklı su aktivitesinin (0,85; 0,89; 0,93; 0,97 ve 0,99) bireysel ve birlikte etkileri incelenmiştir.

Aspergillus niger agg. izolatlarının, incelenen sıcaklık ve su aktivitesi değerlerinde değişen gelişme hızı ve lag faz sürelerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Koloni çaplarının zamana karşı grafikleri çizilerek izolatların gelişme hızlarına ulaşılmış ve çaplarının 5 mm’ye ulaştığı süre hesaplanarak da lag fazı (uyum fazı) süreleri belirlenmiştir. *Aspergillus niger* agg. izolatlarının gelişme eğrisi grafiklerinden elde edilen gelişme hızları (mm/gün) ve lag fazlarına (gün) ait grafikler ise Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Yapılan çalışmada incelenen izolatların hiçbirisi 5 °C ve 10 °C sıcaklıklarda gelişme göstermemiştir. Mitchell ve diğ. (2004) yaptıkları çalışmada 15 °C’den düşük sıcaklıklarda *Aspergillus carbonarius* izolatları için gelişme gözlemlenmemiştir. Ayrıca Esteban ve diğ. (2004) de *A. section nigri* üyelerinin gelişmesine sıcaklığın etkisini inceledikleri çalışmada bazı *A. niger* agg. suşlarının 10 °C’de gelişme göstermediğini rapor etmişlerdir.

Beş adet *Aspergillus niger* agg. izolatı için gelişme hızının en yüksek olduğu su aktivitesi değeri 0,97, sıcaklık değeri ise 35 °C olarak gözlemlenmiştir. Alborch ve diğ. (2011), *A.niger* izolatları ile yaptıkları çalışmada maksimum koloni çapının 30-35 °C’de ölçüldüğünü rapor etmişlerdir. Ayrıca Parra ve Magan (2004) ve Battilani ve diğ. (2003) de elde ettiğimiz sonuçlara paralel olarak *A. niger* üyelerinin 35 °C ve 0,98 su aktivitesinde maksimum gelişme hızına sahip olduklarını belirtmişlerdir.

0,99 su aktivitesinde, incelenen *Aspergillus niger* agg. üyelerinden 58D2 ve 1404M2 izolatları 30 °C’de maksimum gelişme gösterirken 46D1 izolatının gelişme hızı aynı

su aktivitesi değerinde 35°C’de maksimuma ulaşmıştır. 18M5 ve 55X1 izolatları için ise 0,99 su aktivitesinde 30°C ve 35°C’de gelişme hızları arasında istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir. ($p>0,05$).

0,97 su aktivitesinde de tüm *A. niger* agg. izolatları için en yüksek gelişme hızı 35°C’de gözlemlenmiş ancak 55X1 izolatu için 30°C ve 35°C de gelişme hızları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

0,93 su aktivitesinde ise 18M5 izolatu en yüksek gelişme hızına 40°C de ulaşmıştır. 55X1 ve 46D1 izolatları ise bu su aktivitesinde en iyi gelişmeyi 35°C’de göstermiştir. 1404M2 izolatının 0,93 su aktivitesinde 35°C ve 40°C’deki gelişme hızları arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken 58D2 izolatu için ise aynı su aktivitesi değerinde optimum gelişme sıcaklığı 30°C olarak belirlenmiştir. Ayrıca 30°C ve 35°C’deki gelişme hızları arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

İncelenen bazı *A. niger* agg. izolatlarında maksimum gelişmenin 30°C’de gözlenmiş olması Vats ve Banerjee (2002)’nin yaptığı ve *A. niger* agg. izolatlarının 30°C’de maksimum gelişme hızına ulaştığı çalışma ile paralellik göstermektedir. Benzer şekilde Cabrera ve diğ. (2005) de 30°C ve 35°C’de *A.niger* yelerinin gelişme hızlarında istatistiksel olarak fark olmadığını rapor etmişlerdir ($p>0,05$).

0,89 su aktivitesinde incelenen sıcaklıklarda optimum gelişme koşulları izolatlara göre farklılık göstermektedir. Maksimum gelişme hızı 1404M2 izolatu için 35°C’de; 58D2 ve 18M5 izolatları için 40°C’de; 55X1 ve 46D1 izolatları için ise 30°C’de gerçekleşmiştir. 18M5 izolatu için 30°C ve 35°C’de; 55X1 izolatu için ise 25°C ve 35°C’de gelişme hızları arasında istatistiksel olarak fark belirlenememiştir ($p>0,05$). 46D1 izolatının 0,89 su aktivitesinde 35°C ve 40°C ile 35°C ve 30°C sıcaklıklarında da gelişme hızları arasında istatistiksel fark belirlenmemiştir ($p>0,05$). 0,89 su aktivitesi ve 15°C’de incelenen *A. niger* agg. izolatlarından hiçbirinin gelişme göstermediği gözlemlenmiştir.

0,85 su aktivitesi değerinde ise tüm izolatlar yalnızca 25°C ve 30°C’de gelişme göstermiştir ve tüm izolatlar için gelişme hızı 30°C’de 25°C’den daha yüksek olarak bulunmuştur.

A.niger agg. izolatlarının lag fazları incelendiğinde ise; 0,93, 0,97 ve 0,99 su aktivitelerinde en uzun lag fazı süresinin tüm izolatlar için 15°C’de gözlemlendiği belirlenmiştir. 0,89 su aktivitesinde ise en uzun lag fazı süresi, gelişmenin

Çizelge 4.1 : *Aspergillus niger* agg. izolatların farklı sıcaklık ve su aktivitelerinde gelişme hızları ve lag fazı süreleri.

Su Aktivitesi	Sıcaklık (°C)	18M5		46D1		55X1		58D2		1404M2	
		g (mm/gün)	λ (gün)	g (mm/gün)	λ (gün)	g (mm/gün)	λ (gün)	g (mm/gün)	λ (gün)	g (mm/gün)	λ (gün)
0,85a _w	5 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	10 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	15 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	20 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	25°C	1,40 ^b	3,71 ^b	1,42 ^b	8,73 ^a	1,32 ^b	7,51 ^a	1,30 ^b	6,50 ^b	1,38 ^b	7,08 ^a
	30°C	3,29 ^a	7,95 ^a	1,75 ^a	4,42 ^b	1,56 ^a	4,97 ^b	2,83 ^a	9,01 ^a	2,50 ^a	7,17 ^a
	35°C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	40°C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
0,89a _w	5 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	10 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	15 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	20°C	3,57 ^d	3,49 ^a	2,71 ^d	3,76 ^a	3,36 ^d	5,05 ^a	3,80 ^e	4,17 ^a	3,67 ^e	3,67 ^a
	25°C	6,06 ^c	2,62 ^b	5,06 ^c	2,52 ^b	5,73 ^b	2,98 ^b	6,73 ^b	2,86 ^b	5,97 ^c	2,41 ^b
	30°C	6,36 ^b	1,56 ^c	6,18 ^a	1,51 ^d	7,47 ^a	1,61 ^c	6,30 ^d	1,64 ^c	5,18 ^d	1,21 ^d
	35°C	6,35 ^b	1,26 ^d	5,83 ^{ab}	1,59 ^c	5,80 ^b	1,35 ^d	6,59 ^c	1,42 ^d	6,49 ^a	1,45 ^c
	40 °C	7,70 ^a	1,09 ^e	5,47 ^b	0,98 ^e	4,10 ^c	1,05 ^e	6,96 ^a	1,38 ^e	6,17 ^b	1,35 ^{cd}
0,93 a _w	5 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	10 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	15°C	3,10 ^f	4,68 ^a	3,06 ^f	4,89 ^a	2,60 ^f	7,51 ^a	3,09 ^e	4,73 ^a	3,12 ^e	4,64 ^a
	20°C	8,02 ^e	1,82 ^b	7,64 ^e	1,90 ^b	8,92 ^e	2,18 ^b	7,88 ^d	1,98 ^b	7,37 ^d	2,05 ^b
	25°C	11,88 ^d	1,38 ^c	9,56 ^d	1,39 ^c	11,70 ^c	1,56 ^c	11,99 ^c	1,39 ^c	9,33 ^c	1,21 ^c
	30°C	12,55 ^c	0,24 ^f	13,64 ^b	1,15 ^d	13,39 ^b	0,85 ^d	16,19 ^a	1,04 ^d	12,28 ^b	0,99 ^d
	35°C	13,71 ^b	0,42 ^e	15,03 ^a	0,68 ^e	16,56 ^a	0,63 ^e	15,93 ^a	0,59 ^e	14,16 ^a	0,66 ^e
	40°C	16,50 ^a	0,80 ^d	11,84 ^c	0,26 ^f	11,10 ^d	0,36 ^f	14,48 ^b	0,58 ^e	14,03 ^a	0,75 ^e

GG: Gelişme görülmedi

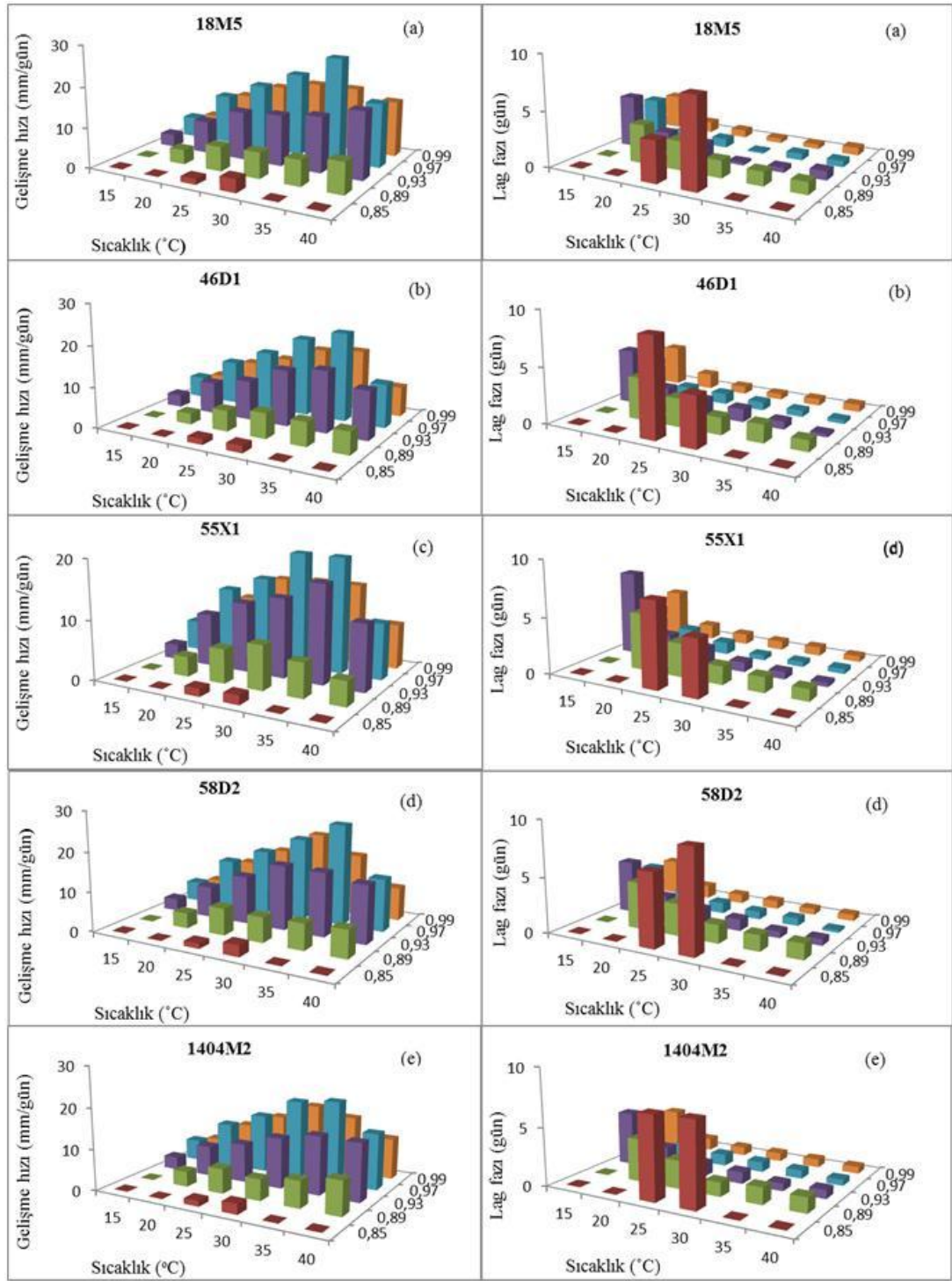
a,b,c,d,e: Her izolat için aynı kolonda yer alan değerlerde aynı harf içeren istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.1 (Devam) : *Aspergillus niger* agg. izolatların farklı sıcaklık ve su aktivitelerinde gelişme hızları ve lag fazı süreleri.

Su Aktivitesi	Sıcaklık (°C)	18M5		46D1		55X1		58D2		1404M2	
		g (mm/gün)	λ (gün)	g (mm/gün)	λ (gün)	g (mm/gün)	λ (gün)	g (mm/gün)	λ (gün)	g (mm/gün)	λ (gün)
0,97 _{a_w}	5 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	10°C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	15°C	5,10 ^f	3,56 ^a	5,18 ^e	2,99 ^a	5,16 ^e	3,36 ^a	4,98 ^f	3,42 ^a	5,12 ^f	3,71 ^a
	20°C	12,29 ^e	1,07 ^b	10,57 ^d	0,99 ^b	11,93 ^c	1,78 ^b	12,33 ^e	1,51 ^b	10,74 ^e	1,43 ^b
	25°C	16,37 ^c	0,81 ^c	14,35 ^c	0,95 ^b	14,56 ^b	1,06 ^c	16,20 ^c	0,97 ^c	14,19 ^c	0,99 ^c
	30°C	20,37 ^b	0,17 ^e	19,04 ^b	0,73 ^c	19,58 ^a	0,44 ^d	20,63 ^b	0,71 ^d	19,02 ^b	0,87 ^{cd}
	35°C	25,59 ^a	0,59 ^d	21,75 ^a	0,56 ^d	19,58 ^a	0,44 ^d	25,46 ^a	0,69 ^d	20,16 ^a	0,72 ^d
	40°C	15,76 ^d	0,55 ^d	10,66 ^d	0,34 ^e	9,45 ^d	0,43 ^d	13,21 ^d	0,22 ^e	13,67 ^d	0,51 ^e
0,99 _{a_w}	5 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	10 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	15°C	3,15 ^d	3,16 ^a	3,22 ^f	3,60 ^a	2,70 ^d	4,19 ^a	3,16 ^f	3,24 ^a	3,16 ^f	3,25 ^d
	20°C	10,25 ^c	0,99 ^b	8,19 ^d	1,40 ^b	9,02 ^b	1,31 ^b	9,76 ^d	1,21 ^b	8,38 ^e	1,06 ^{cd}
	25°C	13,87 ^b	0,70 ^c	10,52 ^c	0,70 ^c	13,30 ^a	0,93 ^c	14,30 ^c	0,82 ^c	11,86 ^c	0,74 ^c
	30°C	15,91 ^a	0,43 ^d	14,24 ^b	0,50 ^e	13,67 ^a	0,78 ^d	19,85 ^a	0,74 ^d	15,91 ^a	0,72 ^c
	35°C	15,92 ^a	0,43 ^d	15,19 ^a	0,60 ^d	13,67 ^a	0,78 ^d	15,49 ^b	0,56 ^e	14,10 ^b	0,70 ^b
	40°C	13,86 ^b	0,69 ^c	7,32 ^e	0,70 ^c	7,59 ^c	0,52 ^e	8,36 ^e	0,58 ^e	10,04 ^d	0,60 ^a

GG: Gelişme görülmedi

a,b,c,d,e: Her izolat için aynı kolonda yer alan değerlerde aynı harf içeren istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.1: *A. niger* agg. izolatlarının gelişme hızı ve lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın etkisi (a:18M5, b:46D1, c:55X1, d:58D2, e:1404M2 izolatları).

gözlemlendiği en düşük sıcaklık 20°C’de belirlenmiş; 0,85 su aktivitesinde ise 46D1 ve 55X1 izolatlarının lag fazı 25°C’de daha uzun bulunmuşken, 18M5, 58D2 ve 1404M2 izolatları için 30°C’de en uzun lag fazı süreleri gözlemlenmiştir. Genel olarak *A. niger* agg. gelişmesinin optimum olduğu sıcaklık 35°C olarak belirlenmiş

olsa da, incelenen su aktivitelerinde 30°C ve 40°C 'de 35°C'den daha kısa lag fazı sürelerinin olduğu durumlar gözlenmiştir. Benzer şekilde, Romero ve diğ. (2007)'de yaptıkları çalışmada 35°C'yi gelişme için en uygun sıcaklık olarak belirlemişler ancak su aktivitesinin 0,90 ve daha fazla olduğu değerlerde belirlenen lag fazı sürelerinin 35°C için 30°C'den daha uzun olduğunu da bildirmişlerdir.

Elde ettiğimiz sonuçlara paralel olarak Pitt ve Hocking (2009), *Aspergillus niger* agg. için gelişme sıcaklığının optimum 35-37°C olduğunu belirtmişlerdir. Cabrera ve diğ. (2005), yaptıkları çalışmada *A. niger* agg. izolatları için optimum sıcaklığın 35°C olduğunu ve bunun yanında 30°C ve 35°C'de gelişme hızları arasında istatistiksel olarak fark olmadığını gözlemlemişlerdir ($p>0,05$).

Aspergillus carbonarius izolatlarının incelenen sıcaklık ve su aktivitesi değerlerinde değişen gelişme hızı ve lag fazı sürelerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2'de gösterilmiştir. Ayrıca bu izolatlara ait gelişme hızı (mm/gün) ve lag fazı süresi grafikleri ise Şekil 4.2'de verilmiştir.

Yapılan çalışmada beş adet *Aspergillus carbonarius* izolatı arasında gelişme hızının en yüksek olduğu sıcaklık 30°C; su aktivitesi değeri ise 0,97 olarak belirlenmiştir. Beş farklı *Aspergillus carbonarius* izolatı içerisinde en hızlı gelişmeyi 19,58 mm/gün gelişme hızı ile 3904X4 izolatı göstermiştir.

Parra ve Magan (2004), inceledikleri su aktivitesi ve sıcaklık değerleri arasında en hızlı gelişmenin *A. carbonarius* için 0,965 su aktivitesi ve 30°C'de gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca, Mitchell ve diğ. (2003) ve Pitt ve Hocking (2009) de *A. carbonarius* için en uygun gelişme sıcaklığının 30°C olduğunu rapor etmişlerdir.

Aspergillus carbonarius izolatları içerisinde 0,99 su aktivitesi değerinde optimum gelişme sıcaklığı 30°C olarak belirlenmiştir. Bu su aktivitesi değerinde optimum gelişmeyi 16,12 mm/gün gelişme hızı ile 65D9 izolatı göstermiştir.

0,97 su aktivitesi değerinde de tüm *A. carbonarius* izolatları içerisinde optimum gelişme 30°C'de gözlemlenmiştir. Beş farklı *A. carbonarius* izolatı içerisinde 57D1 izolatında 0,97 su aktivitesi değerinde optimum gelişme 30°C'de gözlemlenirken 35°C ve 40°C'deki gelişme hızları arasında istatistiksel olarak fark gözlemlenmemiştir ($p>0,05$). Astoreca ve diğ. (2007) tarafından yapılan bir çalışmaya göre de *Aspergillus carbonarius* izolatı için optimum su aktivitesi değeri 0,97; optimum sıcaklık değeri ise 30°C olarak rapor edilmiştir.

0.93 su aktivitesi değerinde *Aspergillus carbonarius* izolatları içerisinde genel olarak en yüksek gelişme hızına 30°C’de ulaşıldığı belirlenmiştir.

A. carbonarius izolatlarından 35X1, 57D1, 65D9 ve 2004X2 izolatları 0,89 su aktivitesi değerinde optimum gelişmeyi 30°C göstermiştir. Ancak bu izolatlardan farklı olarak 3904X4 izolatı 0,89 su aktivitesi değerinde optimum gelişmeyi 20°C’de göstermiştir.

0,85 su aktivitesi değerinde ise *A. carbonarius* izolatlarının gelişme hızlarının önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Mitchell ve diğ. (2004) *Aspergillus carbonarius* gelişmesinin 0,88 su aktivitesinde önemli ölçüde engellendiğini belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada 0,85 su aktivitesi değerinde 57D1 ve 65D9 izolatlarında gelişme gözlenmezken; 35X1, 2004X2 ve 3904X4 izolatlarında 25°C ve 30°C’de gelişme gözlenmiştir.

Romero ve diğ. (2007), *Aspergillus carbonarius* izolatlarıyla yaptıkları çalışmada en yüksek gelişme hızının 30°C’de olduğunu belirlemişlerdir. Aynı zamanda 25°C’de de *Aspergillus carbonarius* izolatlarının gelişme hızlarının yüksek olduğunu, bazı izolatlar için farklı su aktivitesi değerlerinde 35°C veya 25°C’nin 30°C’den daha iyi gelişme gösterebildiğini gözlemlemişlerdir. Bunun yanı sıra 15°C’de gelişme sadece belirli su aktivitesi değerlerinde (0.925 ve 0.95) belirlenmiştir. 0,85 su aktivitesinde de gelişmenin sadece belirli sıcaklıklarda (30°C ve 25°C) olduğunu gözlemlemişlerdir.

Cabrera ve diğ. (2005) *A. carbonarius* için optimum gelişme sıcaklığının 30°C olduğunu belirtmişlerdir. Leong ve diğ. (2006) ise *Aspergillus carbonarius* için en hızlı gelişmenin 0,965 su aktivitesi ve 30°C’de olduğunu gözlemlemişlerdir. Romero ve diğ. (2007), Arjantin’de yetişen kurutulmuş üzümlerden izole ettikleri dört adet okratoksijenik *A. carbonarius* türünün farklı sıcaklık (15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C) ve değişen su aktivitelerinde (0,80-0,95) gelişme hızlarını incelemiş ve istatistiksel olarak bu iki faktörün bağımsız ve birlikte olarak gelişme üzerinde önemli etkiye sahip olduğu sonucuna varmıştır ($p<0,05$).

Belli ve diğ. (2005)’nin yaptığı çalışmada izolatların gelişme hızları arasındaki değişiklikler türler arası ve bölgesel farklılıklar ile açıklanmıştır. 0,85 su aktivitesinin altında gelişme gözlenmediğinden bu tür için su aktivitesi sınır değeri 0,85 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2 : *Aspergillus carbonarius* izolatların farklı sıcaklıklarda gelişme hızları ve lag fazı süreleri.

Su Aktivitesi	Sıcaklık	35X1		57D1		65D9		2004X2		3904X4	
		g (mm/gün)	λ (gün)	g (mm/gün)	λ (gün)	g (mm/gün)	λ (gün)	g (mm/gün)	λ (gün)	g (mm/gün)	λ (gün)
0,85a _w	5°C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	10 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	15 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	20 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	25 °C	1,00 ^b	4,81 ^a	GG	-	GG	-	1,99 ^b	3,99 ^a	1,05b	7,02 ^b
	30 °C	2,86 ^a	3,63 ^b	GG	-	GG	-	2,69 ^a	3,39 ^b	1,24a	7,57 ^a
	35 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	40 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
0,89a _w	5°C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	10 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	15 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	20 °C	3,83 ^e	3,71 ^a	3,14 ^d	5,24 ^a	3,83 ^e	3,71 ^a	2,97 ^e	2,88 ^b	5,35 ^a	1,03 ^d
	25 °C	6,69 ^b	1,63 ^c	3,43 ^b	2,82 ^b	6,69 ^b	1,63 ^c	4,27 ^c	1,72 ^c	4,40 ^c	2,40 ^b
	30 °C	9,16 ^a	1,77 ^b	3,56 ^a	1,96 ^c	9,16 ^a	1,78 ^b	7,93 ^a	0,76 ^d	4,82 ^b	1,79 ^c
	35 °C	6,43 ^c	1,53 ^d	3,19 ^c	1,74 ^d	6,43 ^c	1,53 ^d	3,76 ^d	3,15 ^a	3,64 ^d	3,62 ^a
	40 °C	5,45 ^d	1,10 ^e	GG	-	5,45 ^d	1,10 ^e	5,69 ^b	0,48 ^e	GG	-
0,93a _w	5°C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	10 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	15 °C	3,08 ^f	4,60 ^a	2,14 ^f	7,99 ^a	3,08 ^f	4,61 ^a	2,61 ^f	4,25 ^a	2,66 ^f	9,35 ^a
	20 °C	6,10 ^d	1,86 ^c	7,46 ^e	2,00 ^b	7,11 ^d	1,85 ^c	7,14 ^e	1,79 ^b	6,66 ^d	0,99 ^d
	25 °C	7,88 ^c	1,86 ^c	9,59 ^c	1,41 ^c	7,88 ^c	1,86 ^c	10,82 ^c	1,34 ^c	9,50 ^b	1,30 ^c
	30 °C	11,40 ^a	1,47 ^e	11,69 ^b	0,91 ^d	11,41 ^a	1,47 ^e	11,91 ^a	0,91 ^d	11,86 ^a	0,84 ^f
	35 °C	8,07 ^b	1,66 ^d	8,14 ^d	0,89 ^{de}	8,06 ^b	1,66 ^d	7,34 ^d	0,66 ^f	8,13 ^c	0,89 ^e
	40 °C	5,93 ^e	2,71 ^b	12,23 ^a	0,87 ^e	11,52 ^b	0,71 ^e	11,52 ^b	0,71 ^e	2,97 ^e	6,37 ^b

GG: Gelişme görülmedi

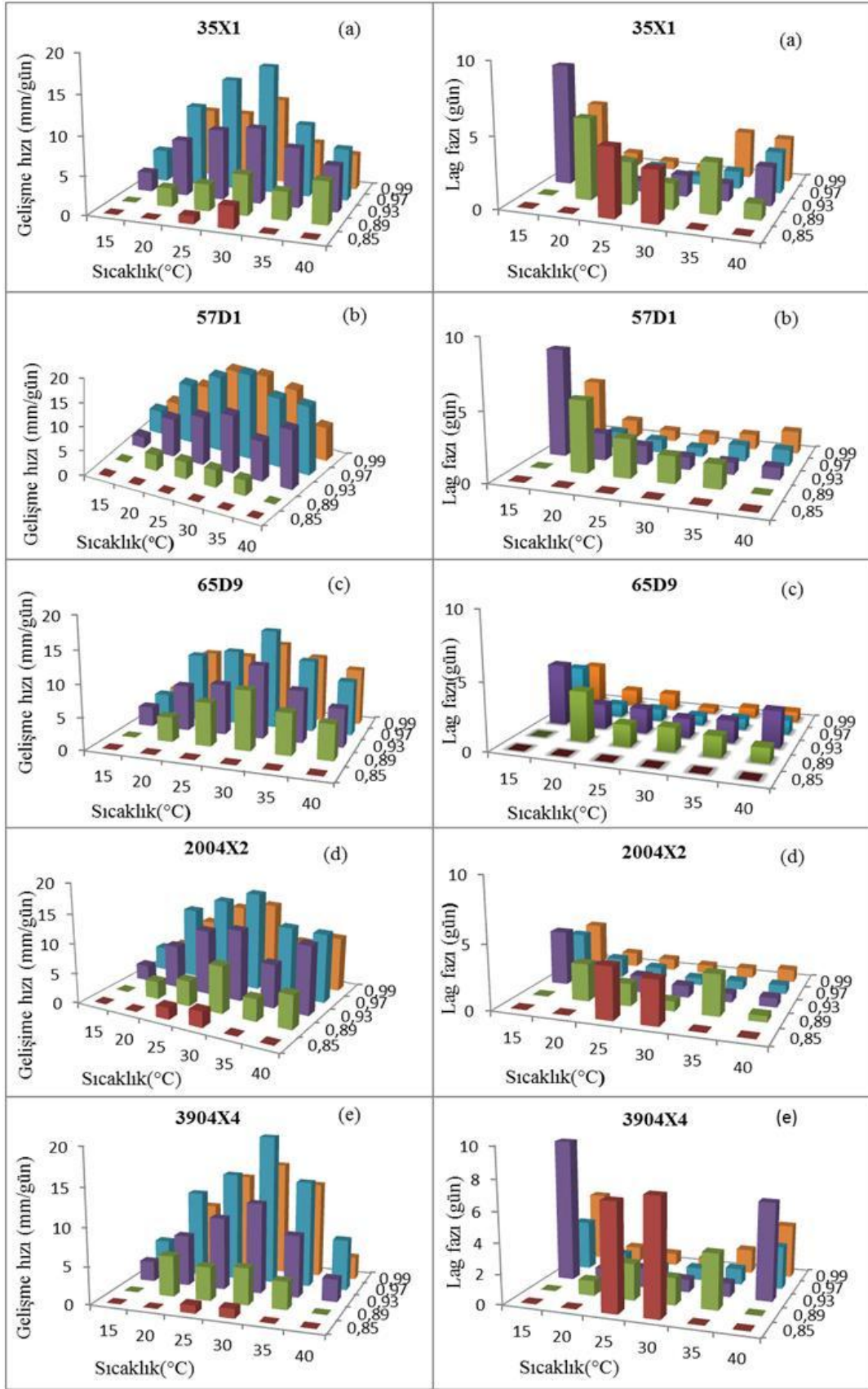
a,b,c,d,e: Her izolat için aynı kolonda yer alan değerlerde aynı harf içeren istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.2 (Devam) : *Aspergillus carbonarius* izolatların farklı sıcaklıklarda gelişme hızları ve lag fazı süreleri.

Su Aktivitesi	Sıcaklık	35X1		57D1		65D9		2004X2		3904X4	
		g (mm/gün)	λ (gün)	g (mm/gün)	λ (gün)	g (mm/gün)	λ (gün)	g (mm/gün)	λ (gün)	g (mm/gün)	λ (gün)
0,97aw	5°C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	10 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	15 °C	5,14 ^f	3,10 ^a	4,42 ^e	3,53 ^a	3,54 ^f	3,60 ^a	3,95 ^f	3,25 ^a	4,19 ^f	3,24 ^a
	20 °C	11,56 ^d	1,23 ^c	11,44 ^d	1,24 ^b	10,67 ^d	0,96 ^c	11,80 ^c	1,50 ^b	11,36 ^d	1,24 ^c
	25 °C	14,50 ^b	0,95 ^e	14,79 ^b	0,95 ^d	11,77 ^b	0,92 ^d	14,29 ^b	1,07 ^c	14,27 ^b	0,66 ^f
	30 °C	15,66 ^a	0,63 ^f	17,06 ^a	0,68 ^e	15,50 ^a	0,71 ^f	16,35 ^a	0,56 ^f	19,58 ^a	1,80 ^e
	35 °C	13,40 ^c	1,01 ^d	13,97 ^c	1,20 ^c	11,18 ^c	0,83 ^e	11,60 ^d	0,64 ^e	13,94 ^c	1,03 ^d
	40 °C	6,68 ^e	2,95 ^b	14,03 ^c	1,19 ^c	8,45 ^e	1,09 ^b	11,54 ^e	0,67 ^d	6,68 ^e	2,81 ^b
0,99aw	5°C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	10 °C	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-	GG	-
	15 °C	2,51 ^f	4,60 ^a	3,09 ^f	4,22 ^a	3,07 ^e	3,03 ^a	2,81 ^f	3,29 ^a	2,76 ^f	4,58 ^a
	20 °C	6,93 ^d	1,76 ^d	8,10 ^d	1,33 ^c	9,80 ^c	1,26 ^b	8,08 ^d	1,12 ^b	8,50 ^d	1,00 ^d
	25 °C	8,94 ^c	0,60 ^e	13,06 ^b	0,82 ^e	9,77 ^c	1,26 ^b	11,62 ^b	0,90 ^d	13,00 ^b	0,81 ^e
	30 °C	12,22 ^a	0,44 ^f	13,80 ^a	0,81 ^e	16,12 ^a	0,43 ^d	12,91 ^a	0,68 ^f	15,01 ^a	0,70 ^f
	35 °C	9,81 ^b	2,63 ^c	12,68 ^c	1,12 ^d	10,43 ^b	0,76 ^c	7,39 ^e	0,75 ^e	12,66 ^c	1,60 ^c
	40 °C	4,66 ^e	3,15 ^b	14,03 ^c	1,19 ^c	8,90 ^d	0,80 ^c	9,06 ^c	0,97 ^c	3,00 ^e	3,54 ^b

GG: Gelişme görülmedi

a,b,c,d,e: Her izolat için aynı kolonda yer alan değerlerde aynı harf içeren istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.2 : *A. carbonarius* izolatlarının gelişme hızı ve lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın etkisi (a:35X1, b:57D1, c:65D9, d:2004X2, e:3904X4 izolatları).

Spadaro ve diğ. (2010) ise farklı *A. carbonarius* izolatlarının gelişmelerinin incelendiği bir çalışmada 0,88 su aktivitesinde gelişmediklerini saptamışlardır.

A. niger agg. izolatları gibi *A. carbonarius* izolatları için de en uzun lag fazı süreleri 0,93; 0,97 ve 0,99 su aktiviteleri için 15°C’de hesaplanmıştır. 0,89 su aktivitesi ve altında 15°C’de *A. carbonarius* izolatları gelişmemiştir. Bu su aktivitesinde en uzun lag fazı süresi 20°C’de belirlenmiştir.

A. carbonarius izolatları içerisinde en kısa lag fazı süresi 0,97 su aktivitesi değeri ve 30°C’de 0,56 gün ile 2004X2 izolatı için gözlemlenmiştir. 3904X4 izolatı ise *A. carbonarius* izolatları içerisinde en uzun lag fazı süresi olan 9,35 güne 15°C ve 0,93 su aktivitesi değerinde ulaşmıştır.

Romero ve diğ. (2007), *A. carbonarius* izolatlarının gelişme ve lag fazı sürelerini inceledikleri çalışmada maksimum gelişme hızını 30°C ve 0,95 su aktivitesinde, en kısa lag fazını (0,26 gün) ise, 35°C ve 0,925 su aktivitesinde belirlemişlerdir.

Mitchell ve diğ. (2004)’nin *A. carbonarius* izolatları ile yaptıkları çalışmada 25°C - 35°C ve 0,95-0,987 su aktivitesi değerleri aralığında çok kısa lag fazları (<1gün) saptamış; 0,88-0,92 su aktivitesi değerlerinde düşük sıcaklıklarda lag fazının 20 günden fazla olduğu belirtilmiştir. Optimum şartların ise yüksek sıcaklıklarda (25°C - 35°C) ve ortalama su aktivitesi değerlerinde (0,97-0,985) olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada incelenen izolatların 10°C’de gelişme göstermediği rapor edilmiştir.

Astoreca ve diğ. (2007)’de 25°C ve 30°C’de çok düşük lag fazı süreleri gözlemlenmişler, ayrıca düşük sıcaklıklarda ve düşük su aktivitesi değerlerinde lag fazı sürelerinin önemli derece arttığını rapor etmişlerdir. Gerçekleştirilen çalışmadan elde edilen bulgular ile daha önce yapılan çalışmalara ait gelişme hızı ve lag fazı süresine ait sonuçlar uyum göstermektedir.

4.2 Sıcaklığın *A. Section Nigri* Gelişmesine Etkisinin Modellenmesi

Her bir su aktivitesi değerinde sıcaklığın *Aspergillus niger* agg. ve *A. carbonarius* izolatlarının gelişme hızı ve lag fazı süresine etkisi modifiye lineer Arrhenius-Davey modeli (Denklem 3.1) kullanılarak belirlenmiştir.

4.2.1 Gelişme hızının sıcaklığın fonksiyonu olarak modellenmesi

Koloni gelişme hızının sıcaklığın bir fonksiyonu olarak modellenmesi sonucunda elde edilen model katsayıları, regresyon katsayıları, optimum sıcaklıklar ve hata kareler ortalamaları *Aspergillus niger* agg. ve *Aspergillus carbonarius* için sırasıyla Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’de gösterilmiştir. *Aspergillus niger* agg. ve *Aspergillus carbonarius* için sıcaklığın bir fonksiyonu olarak koloni gelişme hızına ait Arrhenius-Davey modeliyle elde edilen grafikler Şekil 4.3’te gösterilmiştir.

Aspergillus niger agg. izolatlarının gelişme hızına sıcaklığın her bir su aktivitesi değerinde bireysel etkisinin modellenmesi sonucunda beş adet *Aspergillus niger* agg. izolatı için elde edilen regresyon katsayıları 0,927 ile 0,994 değerleri arasında değişmektedir. Elde edilen hata kareler ortalamaları ise 0,000 ile 0,019 değerleri arasındadır (Çizelge 4.3). Te Giffel ve Zwietering (1999), en uygun modellerin hata kareler ortalamalarının, R^2 değerlerinin tespit edilmesinin ve gözlemlenen verilerle modelin meydana getirdiği verilerin grafiksel karşılaştırmasının değerlendirilmesi üzerine kurulu olduğunu tanımlamışlardır. Sutherland ve diğ. (1995) düşük hata kareler ortalamalarının gözlemlenen verilerle modelleme verileri arasındaki uyumun yüksek olduğunu ifade ettiğini belirtmişlerdir.

Samapundo ve diğ. (2007), *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus*’un gelişmesine sıcaklık ve su aktivitesinin bireysel ve birlikte etkilerinin modellenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, her bir su aktivitesi değeri için gelişme hızlarını sıcaklığın bir fonksiyonu olarak Arrhenius-Davey modeli (Denklemler 3.1) kullanılarak modellemişlerdir. Elde edilen korelasyon katsayısı R^2 değerlerinin 0,944 ile 0,998 aralığında değiştiğini, hata kareler ortalamalarının da 0,007 ile 0,083 değerleri aralığında değiştiğini rapor etmişlerdir. Çalışmada, sıcaklığın gelişme üzerindeki etkisinin belirlenmesinde, düşük hata kareler ortalamaları ve yüksek R^2 değerlerinin, kullanılan modelin uygunluğunun yüksek olduğunu gösterdiğini de ifade etmişlerdir. Benzer olarak bu çalışmada da yüksek regresyon katsayıları ve düşük hata kareler ortalamaları hesaplandığından modelin uygunluğunun yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

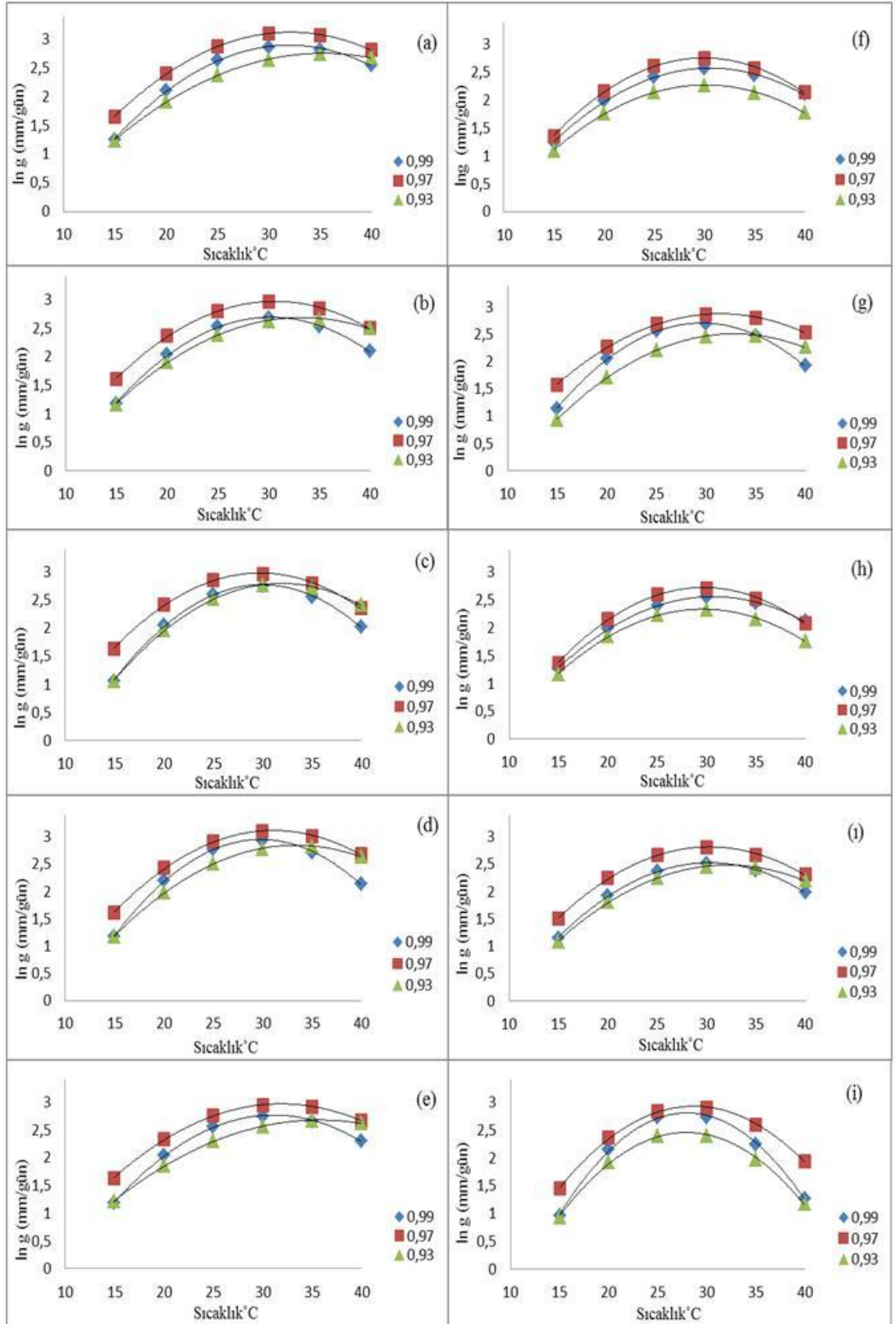
Çizelge 4.3 ve çizelge 4.4’de de görüldüğü gibi *A.niger* agg. izolatlarının gelişmesi için optimum sıcaklık değerleri 29,37°C ile 35,97°C arasında hesaplanmıştır. Pitt ve Hocking (2009), *Aspergillus niger* agg. için optimum gelişme sıcaklığının 35-37°C

Çizelge 4.3 : *A.niger* aggregate izolatları için geliştirilen Arhenius-Davey modelin, $\ln(g) = C_0 + C_1/T + C_2/T^2$, katsayıları, R^2 ‘leri ve hata kareler ortalaması (KO_{hata}).

İzolat	Su aktivitesi	C_0	C_1	C_2	Optimum sıcaklık	R^2	KO_{hata}
18M5	0,93	$-2,96 \times 10^2 \pm 8,20 \times 10^1$	$1,84 \times 10^5 \pm 4,92 \times 10^4$	$-2,84 \times 10^7 \pm 7,39 \times 10^6$	35,48	0,949	0,018
	0,97	$-4,23 \times 10^2 \pm 6,55 \times 10^1$	$2,60 \times 10^5 \pm 3,93 \times 10^4$	$-3,96 \times 10^7 \pm 5,90 \times 10^6$	31,88	0,962	0,011
	0,99	$-4,76 \times 10^2 \pm 7,55 \times 10^1$	$2,92 \times 10^5 \pm 4,53 \times 10^4$	$-4,45 \times 10^7 \pm 6,80 \times 10^6$	31,77	0,959	0,015
46D1	0,93	$-3,72 \times 10^2 \pm 5,35 \times 10^1$	$2,29 \times 10^5 \pm 3,21 \times 10^4$	$-3,51 \times 10^7 \pm 4,81 \times 10^6$	33,25	0,977	0,008
	0,97	$-4,76 \times 10^2 \pm 8,38 \times 10^1$	$2,91 \times 10^5 \pm 5,03 \times 10^4$	$-4,41 \times 10^7 \pm 7,54 \times 10^6$	30,30	0,927	0,019
	0,99	$-5,56 \times 10^2 \pm 7,79 \times 10^1$	$3,39 \times 10^5 \pm 4,68 \times 10^4$	$-5,13 \times 10^7 \pm 7,02 \times 10^6$	29,93	0,948	0,016
55X1	0,93	$-5,11 \times 10^2 \pm 8,54 \times 10^1$	$3,13 \times 10^5 \pm 5,13 \times 10^4$	$-4,77 \times 10^7 \pm 7,69 \times 10^6$	31,64	0,953	0,019
	0,97	$-5,33 \times 10^2 \pm 7,62 \times 10^1$	$3,24 \times 10^5 \pm 4,57 \times 10^4$	$-4,90 \times 10^7 \pm 6,86 \times 10^6$	29,32	0,937	0,015
	0,99	$-6,57 \times 10^2 \pm 6,13 \times 10^1$	$3,99 \times 10^5 \pm 3,68 \times 10^4$	$-6,04 \times 10^7 \pm 5,52 \times 10^6$	29,57	0,974	0,010
58D2	0,93	$-4,10 \times 10^2 \pm 3,09 \times 10^1$	$2,53 \times 10^5 \pm 1,86 \times 10^4$	$-3,87 \times 10^7 \pm 2,78 \times 10^6$	33,27	0,994	0,003
	0,97	$-4,89 \times 10^2 \pm 8,01 \times 10^1$	$2,99 \times 10^5 \pm 4,81 \times 10^4$	$-4,54 \times 10^7 \pm 7,21 \times 10^6$	30,84	0,945	0,017
	0,99	$-6,99 \times 10^2 \pm 4,18 \times 10^1$	$4,25 \times 10^5 \pm 2,51 \times 10^4$	$-6,42 \times 10^7 \pm 3,77 \times 10^6$	29,49	0,989	0,005
1404M2	0,93	$-2,72 \times 10^2 \pm 4,94 \times 10^1$	$1,69 \times 10^5 \pm 2,97 \times 10^4$	$-2,62 \times 10^7 \pm 4,45 \times 10^6$	35,97	0,980	0,000
	0,97	$-3,92 \times 10^2 \pm 4,35 \times 10^1$	$2,40 \times 10^5 \pm 2,61 \times 10^4$	$-3,66 \times 10^7 \pm 3,92 \times 10^6$	31,64	0,979	0,005
	0,99	$-5,17 \times 10^2 \pm 3,23 \times 10^1$	$3,16 \times 10^5 \pm 1,99 \times 10^4$	$-4,80 \times 10^7 \pm 2,99 \times 10^6$	30,81	0,991	0,003

Çizelge 4.4 : *A.carbonarius* izolatları için geliştirilen Arrhenius-Davey modelin, $\ln(g) = C_0 + C_1/T + C_2/T^2$, katsayılar, R^2 ‘leri ve hata kareler ortalaması (KO_{hata}).

İzolat	Su aktivitesi	C_0	C_1	C_2	Optimum sıcaklık	R^2	KO_{hata}
35X1	0,93	$-4,43 \times 10^2 \pm 8,19 \times 10^1$	$2,70 \times 10^5 \pm 4,91 \times 10^4$	$-4,08 \times 10^7 \pm 7,37 \times 10^6$	29,75	0,908	0,018
	0,97	$-5,37 \times 10^2 \pm 7,07 \times 10^1$	$3,27 \times 10^5 \pm 4,24 \times 10^4$	$-4,97 \times 10^7 \pm 6,36 \times 10^6$	29,61	0,949	0,013
	0,99	$-4,71 \times 10^2 \pm 1,00 \times 10^2$	$2,87 \times 10^5 \pm 6,03 \times 10^4$	$-4,35 \times 10^7 \pm 9,05 \times 10^6$	30,22	0,894	0,027
57D1	0,93	$-4,10 \times 10^2 \pm 1,50 \times 10^2$	$2,52 \times 10^5 \pm 9,00 \times 10^4$	$-3,85 \times 10^7 \pm 1,35 \times 10^7$	32,71	0,850	0,060
	0,97	$-4,04 \times 10^2 \pm 7,28 \times 10^1$	$2,48 \times 10^5 \pm 4,37 \times 10^4$	$-3,77 \times 10^7 \pm 6,56 \times 10^6$	31,14	0,939	0,014
	0,99	$-6,40 \times 10^2 \pm 2,58 \times 10^1$	$3,88 \times 10^5 \pm 1,71 \times 10^4$	$-5,87 \times 10^7 \pm 2,57 \times 10^6$	29,18	0,993	0,002
65D9	0,93	$-4,69 \times 10^2 \pm 6,47 \times 10^1$	$2,85 \times 10^5 \pm 3,88 \times 10^4$	$-4,30 \times 10^7 \pm 5,83 \times 10^6$	29,26	0,940	0,011
	0,97	$-5,41 \times 10^2 \pm 7,93 \times 10^1$	$3,29 \times 10^5 \pm 4,76 \times 10^4$	$-4,97 \times 10^7 \pm 7,14 \times 10^6$	29,31	0,933	0,017
	0,99	$-4,50 \times 10^2 \pm 1,01 \times 10^2$	$2,74 \times 10^5 \pm 6,05 \times 10^4$	$-4,16 \times 10^7 \pm 9,08 \times 10^6$	30,31	0,887	0,027
2004X2	0,93	$-3,95 \times 10^2 \pm 1,49 \times 10^2$	$2,43 \times 10^5 \pm 8,93 \times 10^4$	$-3,70 \times 10^7 \pm 1,34 \times 10^7$	31,92	0,813	0,059
	0,97	$-4,80 \times 10^2 \pm 9,38 \times 10^1$	$2,92 \times 10^5 \pm 5,90 \times 10^4$	$-4,43 \times 10^7 \pm 8,85 \times 10^6$	29,95	0,895	0,026
	0,99	$-5,01 \times 10^2 \pm 1,30 \times 10^2$	$3,05 \times 10^5 \pm 7,79 \times 10^4$	$-4,62 \times 10^7 \pm 1,17 \times 10^7$	29,96	0,842	0,045
3904X4	0,93	$-7,98 \times 10^2 \pm 5,99 \times 10^1$	$4,81 \times 10^5 \pm 3,59 \times 10^4$	$-7,23 \times 10^7 \pm 5,39 \times 10^6$	27,52	0,974	0,009
	0,97	$-6,89 \times 10^2 \pm 5,73 \times 10^1$	$4,17 \times 10^5 \pm 3,44 \times 10^4$	$-6,28 \times 10^7 \pm 5,16 \times 10^6$	28,29	0,972	0,009
	0,99	$-9,64 \times 10^2 \pm 1,04 \times 10^2$	$5,81 \times 10^5 \pm 6,27 \times 10^4$	$-8,73 \times 10^7 \pm 9,41 \times 10^6$	27,54	0,948	0,029



Şekil 4.3 : *A. niger* agg. ve *A. carbonarius* izolatları için ($\ln g = C_0 + C_1/T + C_2/T^2$) elde edilen grafikler (*A. niger* agg. izolatları a:18M5, b:46D1, c:55X1, d:58D2, e:1404M2 *A. carbonarius* izolatları f:35X1, g:57D1, h:65D9, i:2004X2, j:3904X4).

olduğunu belirtmişlerdir. Cabrera ve diğ. (2005), *Aspergillus niger* için optimum gelişmenin 35°C’de olduğunu ve istatistiksel olarak 30°C ve 35°C arasında önemli bir fark belirlenmediğini belirtmişlerdir.

Astoreca ve diğ. (2009) *Aspergillus niger* agg. üyeleri için optimum gelişmenin 30°C’de olduğunu bildirmişlerdir. Alborch ve diğ. (2011) *Aspergillus niger* için optimum gelişmenin 25-40°C aralığında olduğunu gözlemlemişlerdir. Mitchell ve diğ. (2003), *A. niger* agg. için optimum gelişmenin 30°C ve 37°C’de olduğunu ve bu iki sıcaklık değeri arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını rapor etmişlerdir ($p>0,05$) Belli ve diğ. (2004a), *A. niger* agg. için optimum gelişme sıcaklığını 37°C olarak bulmuşlardır.

Aspergillus niger agg. izolatları için belirlenen optimum sıcaklık değerleri *Aspergillus niger* agg. izolatları için literatürdeki optimum sıcaklık değerleri ile paralellik göstermektedir. Sıcaklığın *A. niger* agg. izolatlarının gelişmesi üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla kullandığımız modelin *A. niger* agg. izolatları için sağladığı optimum sıcaklık değerlerinin daha önce yapılan çalışmalarla paralellik göstermesi, elde ettiğimiz regresyon katsayılarının yüksek olması ve hesaplanan düşük hata karaler ortalamaları modelin uygunluğunu ifade etmektedir. Ayrıca deneysel veriler ile gelişme hızlarının her bir su aktivitesi değeri için sıcaklığın bir fonksiyonu olarak modellenmesinden elde edilen sonuçların paralellik gösterdiği Şekil 4.3’te de görülmektedir. Deneysel verilere benzer olarak *A. niger* agg. izolatlarının tümünde 0,97 su aktivitesi değerlerinde gelişme hızı daha yüksek hesaplanmıştır.

Gougoli ve diğ. (2010) *A.niger* izolatlarının gelişmesini sıcaklığın bir fonksiyonu olarak modellemişler ve Cardinal modeli kullanmışlardır. *A. niger* için optimum sıcaklığı 31,44°C olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi *Aspergillus carbonarius* izolatlarının gelişmesine sıcaklığın her bir su aktivitesi için bireysel etkisinin modellenmesi sonucunda beş adet *Aspergillus carbonarius* izolatı için regresyon katsayıları 0,813 ile 0,993 değerleri arasında hesaplanmıştır. Elde edilen hata karaler ortalamaları da 0,002 ile 0,060 değerleri arasındadır. *A. carbonarius*. izolatları için hesaplanan optimum sıcaklık değerleri de 28,29 ile 32,71°C değerleri arasındadır.

Yapılan birçok çalışmada *A. carbonarius* izolatları için optimum gelişmenin 30°C olduğu rapor edilmiştir (Mitchell ve diğ., 2003; Cabrera ve diğ., 2005; Romero ve diğ., 2007; Astoreca ve diğ., 2007 ve Lasram ve diğ., 2010).

Patharajan ve diğ. (2011) de üzümlerden elde ettikleri *A. carbonarius* izolatlarının gelişme özelliklerini 15°C, 25°C, 30°C, 35°C olmak üzere 4 farklı sıcaklık, su aktivitesi ve pH değerinde incelemiş ve optimum gelişmenin 30°C'de olduğunu saptamışlardır.

Astoreca ve diğ. (2010), ışınlama uygulaması yaptıkları kurutulmuş üzümlerde *Aspergillus carbonarius* gelişmesini inceledikleri çalışmalarında optimum gelişme sıcaklığını su aktivitesine bağlı olarak 25-30°C'de gözlemiş ve istatistiksel olarak 25°C ve 30°C arasında önemli bir farklılık olmadığını belirtmişlerdir ($p>0,05$). Alborch ve diğ. (2011) ise mısır tanelerinde *A. carbonarius*'un optimum gelişmesinin 20-35°C aralığında olduğunu bulmuşlardır.

A. carbonarius. izolatları için belirlenen optimum sıcaklık değerleri ile literatürdeki optimum sıcaklık değerleri paralellik göstermektedir. Bu paralelliğin yanısıra hesaplanan regresyon katsayılarının yüksek ve hata kareler ortalamalarının düşük olması modelin uygunluğunu ifade etmektedir. Şekil 4.3'deki elde edilen model grafiklerinden, deneysel verilerle tahminlenen verilerin uyumlu olduğu görülmektedir

4.2.2 Lag fazının sıcaklığın fonksiyonu olarak modellenmesi

Lag fazı sürelerinin sıcaklığın bir fonksiyonu olarak modellenmesi sonucunda elde edilen model katsayıları, regresyon katsayıları, optimum sıcaklıklar ve hata kareler ortalamaları *Aspergillus niger* agg. ve *Aspergillus carbonarius* izolatları için sırasıyla Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'de gösterilmiştir. *Aspergillus niger* agg. ve *Aspergillus carbonarius* izolatları için sıcaklığın bir fonksiyonu olarak lag fazına ait Arrhenius-Davey modeliyle elde edilen grafikler Şekil 4.4'de gösterilmiştir.

Aspergillus niger agg izolatlarının lag fazı sürelerinin sıcaklığın bir fonksiyonu olarak modellenmesi sonucunda elde edilen regresyon katsayılarının 0,816 ile 0,984, hata kareler ortalaması da 0,004 ile 0,202 değerleri aralığındadır (Çizelge 4.5).

A. carbonarius izolatlarının lag fazı sürelerinin sıcaklığın bir fonksiyonu olarak modellenmesi sonucunda elde edilen regresyon katsayılarının 0,826 ile 0,973

aralığında, hata kareler ortalaması da 0,006 ile 0,162 değerleri aralığında değişmektedir (Çizelge 4.6).

Sıcaklığın bir fonksiyonu olarak *A. niger* agg. ve *A. carbonarius* için lag fazı sürelerinin modellenmesi sonucunda elde edilen R^2 değerlerinin geniş bir aralıkta değiştiği ve genel olarak gelişme hızına oranla daha düşük regresyon katsayılarına sahip olduğu belirlenmiştir. Samapundo ve diğ. (2007) *A. flavus* için koloni gelişmesinin sıcaklığın bir fonksiyonu olarak modellenmesinden elde edilen R^2 değerlerini 0,994 - 0,998 aralığında hesaplamış, aynı çalışmada lag fazı sürelerinin sıcaklığın bir fonksiyonu olarak modellenmesi sonucunda elde edilen R^2 değerleri ise 0,912- 0,998 değerleri arasında bulmuştur.

Sıcaklığın *P. expansum*'un gelişmesine ve lag fazına etkisinin modellenmesi üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada lag fazının sıcaklığın bir fonksiyonu olarak belirlenmesinde, deneysel verilerle en iyi uyumu gösteren denklemin Arrhenius-Davey modeli olduğu belirtilmiştir ve lag fazı sürelerinin modellenmesiyle elde edilen regresyon katsayıları (R^2) değerlerinin 0,940 ile 0,990 aralığında değiştiği ifade edilmiştir. Deneysel veriler tahminlenen değerlerle karşılaştırıldığında tahminleme sonucunda düşük gelişme hızı ve yüksek lag fazı süreleri elde edilmiştir. Lag fazı sürelerinde gelişme hızına oranla daha büyük sapmalar meydana tespit edilmiştir. Tahminlenen ve deneysel lag fazı sürelerindeki farklılıkların substratın kendisinden kaynaklandığı ve substratın bir stres faktörü olabileceği söylenmiştir. Ayrıca küflerin lag fazı sürelerinin tahminlenmesinde sentetik veya simulasyon gelişme ortamlarının kullanılmasının hatalara neden olabileceği ve bir gıda matriksi üzerindeki validasyonunun gerekli olduğu açıklanmıştır (Baert ve diğ., 2007).

Baert ve diğ. (2008) literatürdeki çalışmalarda lag fazı sürelerindeki varyasyonların, optimum gelişme şartlarından uzaklaşıldığında ve inokülasyonda düşük inokülüm miktarları kullanılmasından kaynaklanabileceğini ayrıca lag fazı sürelerinin düşük inokülüm seviyelerinde, yüksek inokülüm seviyelerine oranla daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

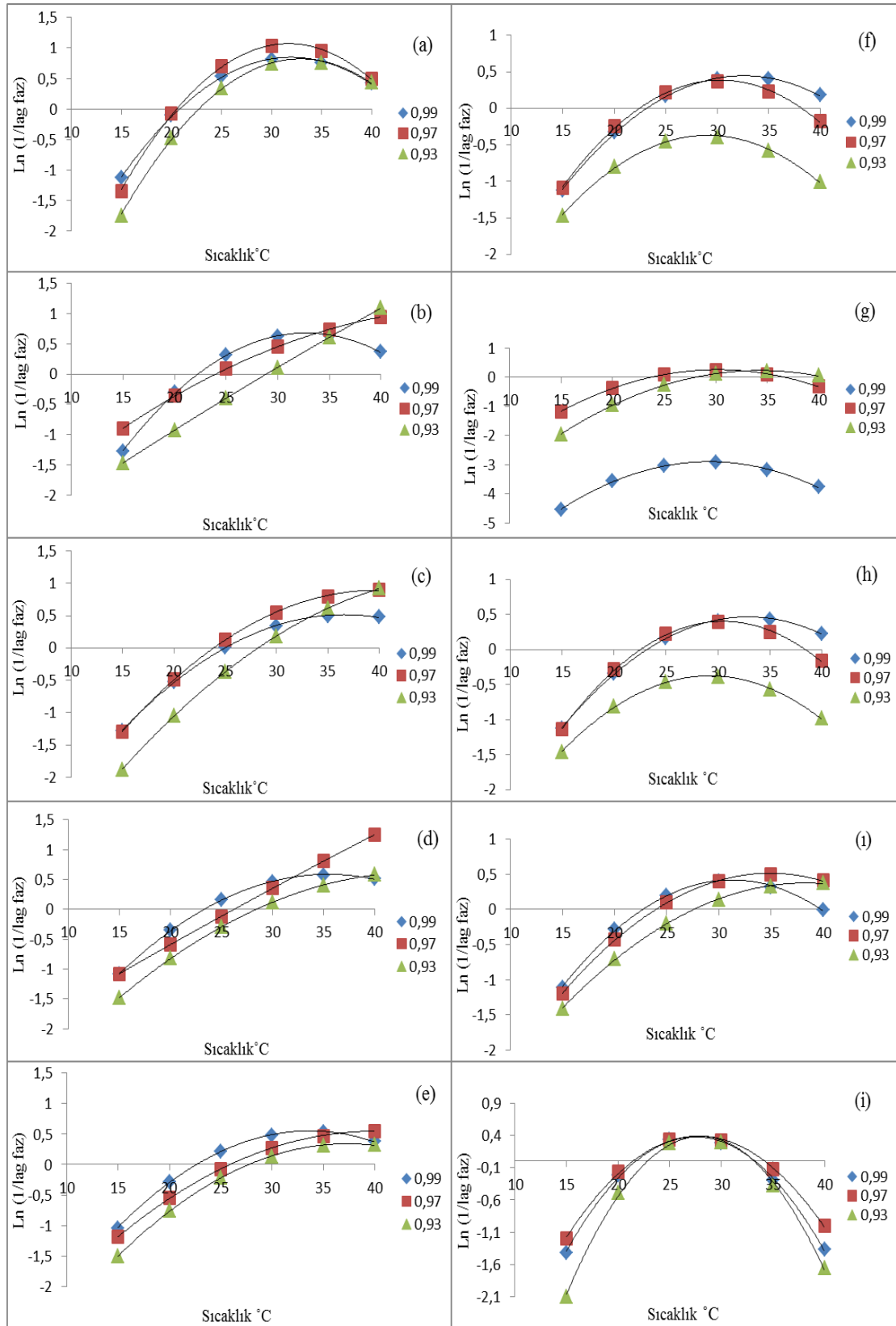
Garcia ve diğ. (2010) ise *Aspergillus carbonarius* ve *Penicillium expansum* izolatları ile yaptıkları çalışmada, inokülüm seviyelerinin gelişme hızını önemli ölçüde etkilemediğini ancak yüksek lag fazı sürelerinin inokülüm seviyelerinin düştüğü durumlarda elde edildiğini bildirmişlerdir. En uzun lag fazı sürelerinin genel olarak

Çizelge 4.5 : *A. niger aggregate* izolatları için geliştirilen Arrhenius-Davey modelin, $\ln(1/\lambda) = C_0 + C_1/T + C_2/T^2$, katsayılar, R^2 ‘leri ve hata kareler ortalaması (KO_{hata}).

İzolat	Su aktivitesi	C_0	C_1	C_2	R^2	KO_{hata}
18M5	0,93	$-6,63 \times 10^2 \pm 2,76 \times 10^2$	$4,06 \times 10^5 \pm 1,66 \times 10^5$	$-6,21 \times 10^7 \pm 2,48 \times 10^7$	0,816	0,202
	0,97	$-7,26 \times 10^2 \pm 2,73 \times 10^2$	$4,43 \times 10^5 \pm 1,64 \times 10^5$	$-6,74 \times 10^7 \pm 2,46 \times 10^7$	0,893	0,197
	0,99	$-5,82 \times 10^2 \pm 6,68 \times 10^1$	$3,55 \times 10^5 \pm 4,01 \times 10^4$	$-5,41 \times 10^7 \pm 6,01 \times 10^6$	0,978	0,012
46D1	0,93	$3,05 \times 10^1 \pm 3,40$	$-9,22 \times 10^3 \pm 1,02 \times 10^3$	ns	0,941	0,052
	0,97	$1,12 \times 10^1 \pm 1,68$	ns	$-9,99 \times 10^5 \pm 1,51 \times 10^5$	0,895	0,051
	0,99	$-5,20 \times 10^2 \pm 4,04 \times 10^1$	$3,18 \times 10^5 \pm 2,42 \times 10^4$	$-4,86 \times 10^7 \pm 3,64 \times 10^6$	0,992	0,004
55X1	0,93	$-1,66 \times 10^2 \pm 9,80 \times 10^1$	$1,10 \times 10^5 \pm 5,89 \times 10^4$	$-1,80 \times 10^7 \pm 8,83 \times 10^6$	0,977	0,025
	0,97	$-2,72 \times 10^2 \pm 9,51 \times 10^1$	$1,72 \times 10^5 \pm 5,71 \times 10^4$	$-2,69 \times 10^7 \pm 8,57 \times 10^6$	0,967	0,024
	0,99	$-3,05 \times 10^2 \pm 1,16 \times 10^2$	$1,90 \times 10^5 \pm 6,97 \times 10^4$	$-2,94 \times 10^7 \pm 1,05 \times 10^7$	0,929	0,036
58D2	0,93	$-1,71 \times 10^2 \pm 7,05 \times 10^1$	$1,10 \times 10^5 \pm 4,23 \times 10^4$	$-1,76 \times 10^7 \pm 6,35 \times 10^6$	0,978	0,013
	0,97	$2,81 \times 10^1 \pm 3,66 \times 10^0$	$-8,41 \times 10^3 \pm 1,10 \times 10^3$	ns	0,920	0,061
	0,99	$-3,23 \times 10^2 \pm 6,95 \times 10^1$	$2,00 \times 10^5 \pm 4,17 \times 10^4$	$-3,08 \times 10^7 \pm 6,26 \times 10^6$	0,969	0,013
1404M2	0,93	$-2,91 \times 10^2 \pm 5,53 \times 10^1$	$1,81 \times 10^5 \pm 3,32 \times 10^4$	$-2,81 \times 10^7 \pm 4,98 \times 10^6$	0,984	0,008
	0,97	$-2,12 \times 10^2 \pm 9,06 \times 10^1$	$1,33 \times 10^5 \pm 5,44 \times 10^4$	$-2,09 \times 10^7 \pm 8,16 \times 10^6$	0,952	0,022
	0,99	$-3,73 \times 10^2 \pm 1,11 \times 10^2$	$2,29 \times 10^5 \pm 6,64 \times 10^4$	$-3,51 \times 10^7 \pm 9,96 \times 10^6$	0,916	0,032

Çizelge 4.6 : *A.carbonarius* izolatları için geliştirilen Arhenius-Davey modelin, $\ln(1/\lambda) = C_0 + C_1/T + C_2/T^2$, katsayıları, R^2 ‘leri ve hata kareler ortalaması(KO_{hata}).

İzolat	Su aktivitesi	C_0	C_1	C_2	R^2	KO_{hata}
35X1	0,93	$-4,84 \times 10^2 \pm 6,14 \times 10^1$	$2,92 \times 10^5 \pm 3,69 \times 10^4$	$-4,40 \times 10^7 \pm 5,53 \times 10^6$	0,940	0,010
	0,97	$-5,43 \times 10^2 \pm 1,13 \times 10^2$	$3,29 \times 10^5 \pm 6,80 \times 10^4$	$-4,98 \times 10^7 \pm 1,02 \times 10^7$	0,891	0,034
	0,99	$-4,25 \times 10^2 \pm 1,60 \times 10^2$	$2,60 \times 10^5 \pm 9,63 \times 10^4$	$-3,97 \times 10^7 \pm 1,44 \times 10^7$	0,829	0,068
57D1	0,89	$1,01 \times 10^1 \pm 1,78 \times 10^0$	ns	$-1,00 \times 10^6 \pm 1,61 \times 10^5$	0,927	0,015
	0,93	$-4,81 \times 10^2 \pm 8,41 \times 10^1$	$2,96 \times 10^5 \pm 5,05 \times 10^4$	$-4,55 \times 10^7 \pm 7,57 \times 10^6$	0,973	0,019
	0,97	$-5,38 \times 10^2 \pm 1,04 \times 10^2$	$3,26 \times 10^5 \pm 6,24 \times 10^4$	$-4,93 \times 10^7 \pm 9,36 \times 10^6$	0,902	0,029
	0,99	$-6,99 \times 10^2 \pm 5,41 \times 10^1$	$4,2 \times 10^5 \pm 3,25 \times 10^4$	$-6,34 \times 10^7 \pm 4,88 \times 10^6$	0,978	0,008
65D9	0,89	$7,04 \times 10^0 \pm 1,96 \times 10^0$	ns	$-6,99 \times 10^5 \pm 1,80 \times 10^5$	0,787	0,038
	0,93	$-4,73 \times 10^2 \pm 7,14 \times 10^1$	$2,85 \times 10^5 \pm 4,29 \times 10^4$	$-4,30 \times 10^7 \pm 6,43 \times 10^6$	0,920	0,014
	0,97	$-5,50 \times 10^2 \pm 1,04 \times 10^2$	$3,34 \times 10^5 \pm 6,26 \times 10^4$	$-5,06 \times 10^7 \pm 9,39 \times 10^6$	0,912	0,029
	0,99	$-4,10 \times 10^2 \pm 1,65 \times 10^2$	$2,51 \times 10^5 \pm 9,89 \times 10^4$	$-3,84 \times 10^7 \pm 1,48 \times 10^7$	0,826	0,072
2004X2	0,93	$-2,53 \times 10^2 \pm 5,15 \times 10^1$	$1,58 \times 10^5 \pm 3,09 \times 10^4$	$-2,47 \times 10^7 \pm 4,64 \times 10^6$	0,985	0,007
	0,97	$-3,47 \times 10^2 \pm 7,01 \times 10^1$	$2,14 \times 10^5 \pm 4,21 \times 10^4$	$-3,30 \times 10^7 \pm 6,31 \times 10^6$	0,970	0,013
	0,99	$-4,92 \times 10^2 \pm 6,30 \times 10^1$	$2,99 \times 10^5 \pm 3,62 \times 10^4$	$-4,55 \times 10^7 \pm 5,43 \times 10^6$	0,969	0,010
3904X4	0,93	$-1,29 \times 10^3 \pm 2,48 \times 10^2$	$7,77 \times 10^5 \pm 1,49 \times 10^5$	$-1,77 \times 10^8 \pm 2,23 \times 10^7$	0,853	0,162
	0,97	$-8,53 \times 10^2 \pm 4,86 \times 10^1$	$5,13 \times 10^5 \pm 2,92 \times 10^4$	$-7,70 \times 10^7 \pm 4,38 \times 10^6$	0,983	0,006
	0,99	$-1,02 \times 10^3 \pm 9,11 \times 10^1$	$6,13 \times 10^5 \pm 5,47 \times 10^4$	$-9,20 \times 10^7 \pm 8,2 \times 10^6$	0,963	0,022



Şekil 4.4 : *A. niger* agg. ve *A. carbonarius* izolatları için ($1/\lambda = C_0 + C_1/T + C_2/T^2$)’den elde edilen grafikler (*A. niger* agg. izolatları: a:18M5, b:46D1, c:55X1, d:58D2, e:1404M2 *A. carbonarius* izolatları: f:35X1, g:57D1, h:65D9, ı:2004X2, i:3904X4).

düşük sıcaklık ve düşük su aktivitesi değerlerinde olduğu gözlemlenmiştir. 15°C’de 0,93 su aktivitesi değerinde $\ln(1/\text{lag fazı})$ değerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu da lag fazı süresinin bu sıcaklık ve su aktivitesi değerinde daha yüksek olduğunu göstermektedir. Arrhenius-Davey modelin kullanılması sonucunda elde edilen sonuçlarda düşük su aktivitesi ve düşük sıcaklık değerlerinde lag fazı süresinin artacağı yönünde bulgular elde edilmiştir. 46D1 izolatu için optimum gelişme su aktivitesi değerinin 0,97 ve optimum gelişme sıcaklık aralığının 30-35°C olduğu gözlemlenmiştir. Fakat 40°C’deki lag fazı süresinin 30°C ve 35°C’deki lag fazı süresinden daha kısa olduğu belirlenmiştir. Genel olarak optimum gelişme sıcaklıklarının gözlemlendiği aralıklarda lag fazı sürelerinin daha olduğu belirlenmiştir. Genel olarak optimum gelişme sıcaklıklarının gözlemlendiği aralıklarda lag fazı sürelerinin daha kısadır.

4.3 Su Aktivitesinin A . Section *Nigri* Gelişmesine Etkisinin Modellenmesi

Her bir sıcaklık değeri için su aktivitesinin *Aspergillus niger* agg. ve *Aspergillus carbonarius* izolatlarının gelişmesine ve lag fazı süresine etkisi Gibson ve diğ. (1994)’nin geliştirdiği lineer regresyon modeli kullanılarak belirlenmiştir.

4.3.1 Gelişme hızının su aktivitesinin fonksiyonu olarak modellenmesi

Koloni gelişme hızının her bir sıcaklık değeri için modellenmesi sonucunda elde edilen model katsayıları, regresyon katsayıları, ve hata kareler ortalamaları *Aspergillus niger* agg. ve *Aspergillus carbonarius* için sırasıyla Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’de gösterilmiştir. Gelişme hızlarının modellenmesi sonucu elde edilen grafikler Şekil 4.5’de verilmiştir.

Aspergillus niger agg. izolatları için elde edilen regresyon katsayılarının 0,853 ile 0,999 değerleri arasında değişmektedir. Aynı izolatlar için hesaplanan hata kareler ortalamaları ise 0,000 ile 0,037 değerleri arasındadır (Çizelge 4.7).

Samapundo ve diğ. (2007), *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus*’un gelişmesine sıcaklık ve su aktivitesinin bireysel ve birlikte etkilerinin modellenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, her bir sıcaklık değeri için gelişme hızlarının su aktivitesinin bir fonksiyonu olarak modellenmesi sonucunda elde edilen R^2 değerlerinin 0,964 ile 0,998 aralığında değiştiğini, hata kareler ortalamalarının da 0,052 ile 0,268 değerleri aralığında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.7 : *A. niger aggregate* izolatları için geliştirilen Arhenius-Davey modelin, $\ln(g) = C_0 + C_1 b_w + C_2 b_w^2$, katsayıları, R^2 'leri ve hata kareler ortalaması (KO_{hata}).

İzolat	Sıcaklık(°C)	C_0	C_1	C_2	R^2	Optimum su aktivitesi	KO_{hata}
18M5	15°C	-0,77±0,08	26,46±0,96	-72,84±2,59	0,998	0,967	0,000
	20 °C	1,29±0,02	14,87±0,23	-44,93±0,52	0,999	0,972	0,000
	25 °C	1,08±0,40	20,51±3,74	-57,16±7,59	0,981	0,967	0,018
	30 °C	2,05±0,19	11,08±1,73	-34,60±3,51	0,993	0,974	0,004
	35 °C	1,36±0,33	20,12±3,49	-56,58±7,99	0,977	0,968	0,007
	40 °C	1,49±0,43	14,87±4,56	-39,29±10,45	0,895	0,964	0,012
46D1	15°C	-0,76±0,15	26,76±1,76	-74,28±4,76	0,993	0,967	0,001
	20 °C	0,61±0,22	20,47±2,30	-57,99±5,28	0,991	0,968	0,003
	25 °C	0,90±0,26	19,68±2,40	-54,07±4,88	0,991	0,966	0,007
	30 °C	1,11±0,25	20,86±2,37	-57,24±4,81	0,992	0,966	0,007
	35 °C	1,17±0,15	21,28±1,55	-58,73±3,55	0,995	0,967	0,001
	40 °C	0,37±0,37	20,90±3,85	-50,47±8,82	0,927	0,957	0,009
55X1	15°C	-1,61±0,07	36,01±0,85	-99,41±2,28	0,999	0,967	0,000
	20 °C	0,72±0,19	20,20±2,01	-56,22±4,60	0,992	0,967	0,002
	25 °C	1,01±0,48	20,58±4,49	-57,22±9,13	0,973	0,967	0,026
	30 °C	0,81±0,50	23,89±4,63	-63,38±9,40	0,972	0,964	0,027
	35 °C	0,84±0,31	23,70±3,25	-62,77±7,44	0,977	0,964	0,006
	40 °C	0,39±0,64	21,03±6,69	-53,38±15,34	0,853	0,961	0,026

Çizelge 4.7 (Devam) : *A. niger aggregate* izolatları için geliştirilen Arhenius-Davey modelin, $\ln(g) = C_0 + C_1 b_w + C_2 b_w^2$, katsayıları, R^2 ‘leri ve hata kareler ortalaması (KO_{hata}).

İzolat	Sıcaklık (°C)	C_0	C_1	C_2	R^2	Optimum su aktivitesi	KO_{hata}
58D2	15°C	-0,68±0,06	25,23±0,68	-69,56±1,84	0,999	0,967	0,000
	20 °C	1,25±0,07	14,76±0,79	-43,81±1,80	0,999	0,971	0,000
	25 °C	1,00±0,58	21,59±5,39	-59,61±10,94	0,964	0,967	0,037
	30 °C	2,06±0,24	13,08±2,21	-40,72±4,50	0,991	0,974	0,006
	35 °C	1,08±0,15	22,98±1,62	-62,11±3,71	0,995	0,965	0,002
	40 °C	0,41±0,28	22,08±2,97	-52,32±6,81	0,956	0,955	0,005
1404M2	15°C	-0,78±0,10	26,56±1,23	-73,08±3,33	0,996	0,966	0,000
	20 °C	1,07±0,06	14,85±0,60	-42,76±1,38	0,999	0,969	0,000
	25 °C	1,07±0,55	18,67±5,17	-52,36±10,51	0,959	0,968	0,034
	30 °C	1,95±0,18	12,26±1,70	-38,89±3,46	0,995	0,975	0,004
	35 °C	1,29±0,05	18,72±0,50	-51,19±1,14	0,999	0,966	0,000
	40 °C	1,12±0,19	15,32±1,95	-37,02±4,48	0,963	0,957	0,002

Çizelge 4.8 : *A.carbonarius* izolatları için geliştirilen Arrhenius-Davey modelin, $\ln(g) = C_0 + C_1 b_w + C_2 b_w^2$, katsayıları, R^2 'leri ve hata kareler ortalaması (KO_{hata}).

İzolat	Sıcaklık (°C)	C_0	C_1	C_2	R^2	Optimum su aktivitesi	KO_{hata}
35X1	15°C	0,54±0,12	7,92±1,49	-21,54±4,01	0,943	0,966	0,000
	20 °C	1,95±0,44	5,99±4,60	-23,39±10,54	0,937	0,983	0,012
	25 °C	1,67±0,32	9,05±3,34	-25,92±7,65	0,916	0,969	0,006
	30 °C	2,20±0,23	5,79±2,37	-17,52±5,44	0,928	0,972	0,003
	35 °C	1,83±0,13	7,60±1,41	-22,76±3,23	0,983	0,972	0,001
	40 °C	2,28±0,11	ns	-5,88±1,59	0,819	nd	0,013
57D1	15°C	-0,71±0,01	26,22±0,08	-78,09±0,22	0,999	0,971	0,000
	20 °C	0,70±0,04	19,46±0,39	-54,63±0,89	0,999	0,968	0,000
	25 °C	1,38±0,18	16,94±1,87	-52,20±4,28	0,995	0,973	0,002
	30 °C	1,06±0,28	21,67±2,92	-63,09±6,69	0,989	0,970	0,005
	35 °C	1,56±0,05	14,45±0,48	-47,17±1,09	0,999	0,976	0,000
	40 °C	-0,32±0,01	29,28±0,11	-70,32±0,29	0,999	0,956	0,000
65D9	15°C	0,56±0,12	7,74±1,46	-21,13±3,94	0,942	0,966	0,000
	20 °C	1,63±0,03	9,80±0,29	-32,16±0,67	0,999	0,976	0,000
	25 °C	1,97±0,35	5,11±3,68	-16,44±8,45	0,860	0,975	0,008
	30 °C	1,97±0,26	7,65±2,78	-21,18±6,37	0,897	0,967	0,004
	35 °C	2,13±0,19	3,71±1,96	-13,88±4,49	0,963	0,982	0,002
	40 °C	2,37±0,23	-1,30±2,40	-2,43±5,50	0,941	0,952	0,003

ns: Önemsiz

nd: Belirlenemedi

Çizelge 4.8 (Devam) : *A.carbonarius* izolatları için geliştirilen Arrhenius-Davey modelin, $\ln(g) = C_0 + C_1 b_w + C_2 b_w^2$, katsayıları, R^2 'leri ve hata kareler ortalaması (KO_{hata}).

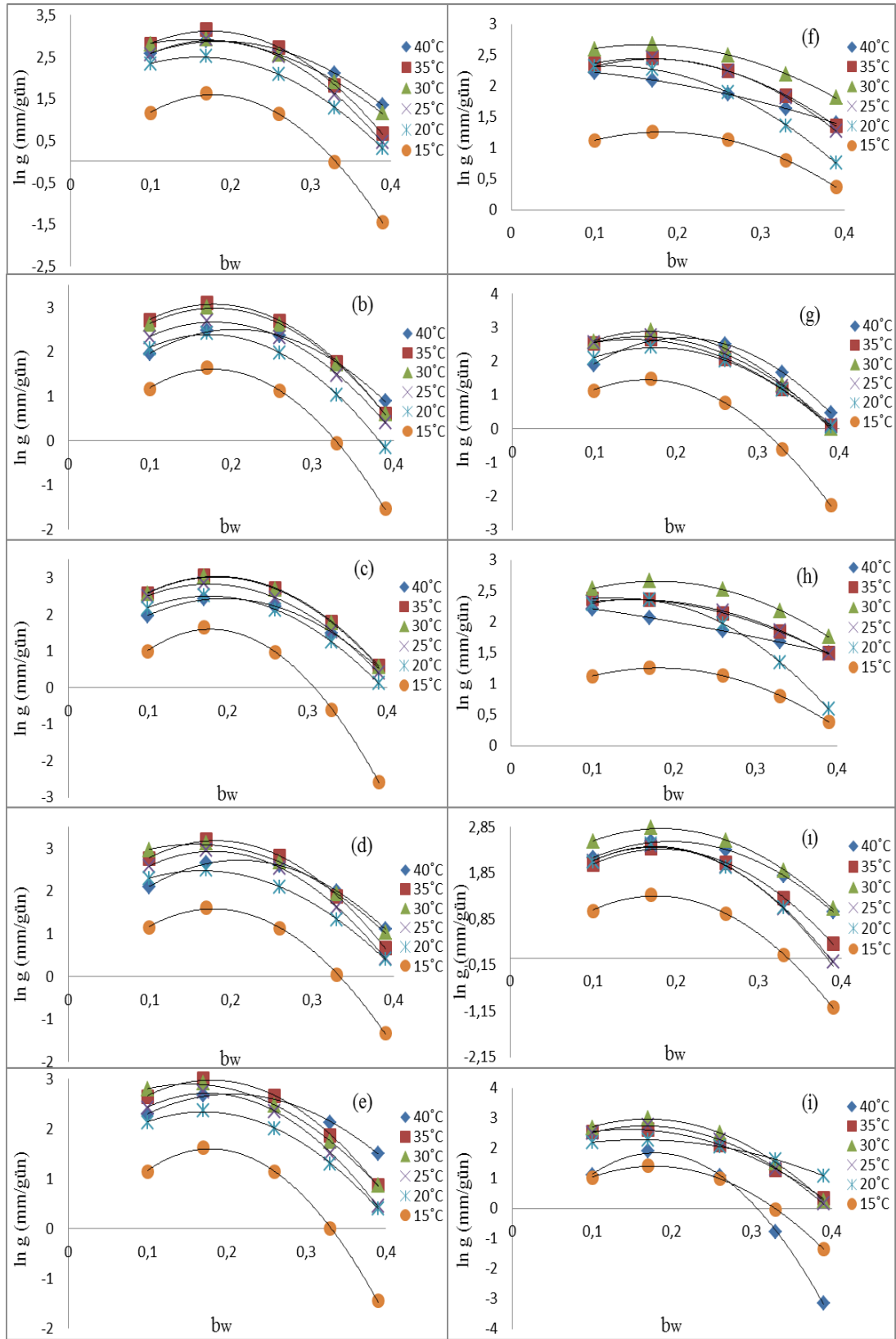
İzolat	Sıcaklık (°C)	C_0	C_1	C_2	R^2	Optimum su aktivitesi	KO_{hata}
2004X2	15°C	-0,40±0,01	19,96±0,10	-56,02±0,26	0,999	0,968	0,000
	20 °C	0,66±0,11	20,12±1,14	-56,89±2,62	0,998	0,968	0,001
	25 °C	1,39±0,21	14,97±1,94	-43,64±3,95	0,993	0,970	0,005
	30 °C	1,38±0,30	15,76±2,80	-42,78±5,69	0,979	0,966	0,010
	35 °C	0,66±0,24	18,68±2,49	-50,59±5,70	0,982	0,965	0,004
	40 °C	0,95±0,30	16,40±3,12	-41,93±7,16	0,945	0,961	0,006
3904X4	15°C	-0,68±0,01	23,44±0,15	-64,93±0,41	0,999	0,967	0,000
	20 °C	1,65±0,49	7,79±5,11	-23,83±11,71	0,844	0,973	0,015
	25 °C	1,19±0,34	18,71±3,13	-55,24±6,36	0,989	0,971	0,012
	30 °C	1,23±0,14	20,56±1,32	-59,57±2,69	0,998	0,970	0,002
	35 °C	-1,72 ±0,04	12,39±0,38	-41,24±0,87	0,999	0,977	0,000
	40 °C	-2,08±0,00	43,79±0,01	-120,32±0,02	0,999	0,966	0,000

Gerçekleştirilen çalışmada yapılan modelleme sonucunda *Aspergillus niger* agg. izolatları için elde edilen optimum su aktivitesi değerleri 0,955 ile 0,975 aralığında belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Su-lin L. Leong ve diğ. (2006) *Aspergillus niger* agg. izolatları için optimum su aktivitesi değerinin 0,98 olduğunu belirlemişlerdir. Belli ve diğ. (2004) yaptıkları çalışmada *Aspergillus niger* agg. izolatları için optimum su aktivitesi değerinin 0,98 ile 0,995 değerleri arasında olduğunu rapor etmişlerdir. Parra ve diğ. (2004) *Aspergillus niger* agg. izolatları için optimum gelişmenin 0,95 ile 0,97 su aktivitesi aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Astoreca ve diğ. (2007) yaptıkları çalışmada üç adet *Aspergillus niger* agg. izolatının optimum gelişmesinin 0,97 su aktivitesinde gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir.

Yaptığımız modelleme sonucunda elde edilen optimum su aktivitesi değerleri ile daha önce yapılan çalışmalarda *Aspergillus niger* agg. izolatları için belirlenmiş olan optimum su aktivitesi değerleri paralellik göstermektedir. Sonuç olarak her bir sıcaklık değeri için Gibson ve diğ. (1994)'nin lineer regresyon denklemi kullanılarak elde edilen R^2 değerlerinin yüksek, hata karaler ortalamalarının ise düşük bulunması ve optimum su aktivitesi değerlerinin literatürle paralellik göstermesi *Aspergillus niger* agg. için uygulanan modelin uygunluğunu göstermektedir.

Şekil 4.5'te *Aspergillus niger* agg. izolatlarının modellerinden elde edilen görsel değerlendirmelere göre maksimum koloni gelişme hızının izolatların tümünde 0,97 su aktivitesinde olduğu görülmektedir. *Aspergillus niger* agg. izolatları için gelişme hızının modellenmesi sonucunda, maksimum gelişmenin tüm izolatlar için genel olarak 35°C'de ve 0,97 su aktivitesi değerinde olduğu görsel olarak belirlenmiştir. Modelleme sonucunda elde edilen en düşük gelişme hızının ise 15°C olduğu belirlenmiştir. *Aspergillus niger* agg. izolatlarından 55X1 izolatu için modelleme sonucu oluşturulan grafiklerde 35°C ve 30°C'de kesişim olduğu görülmektedir. 55X1 izolatının gelişme hızları dikkate alındığında 0,97 su aktivitesinde 35°C ve 30°C'deki gelişme hızının 19,58 mm/gün olduğu belirlenmiş ve bu sıcaklık değerleri arasında 0,97 su aktivitesi değerinde istatistiksel olarak fark gözlemlenmemiştir.($p>0,05$)

Aspergillus carbonarius izolatlarının gelişme hızına su aktivitesinin etkisi, her bir sıcaklık değeri için yapılan modellemeler sonucunda elde edilen regresyon katsayıları 0,819 ile 0,999 değerleri arasındadır. Hesaplanan hata karaler ortalamalarının da 0,000 ile 0,015 değerleri arasında değişmektedir. Yapılan modelleme sonucunda *A.carbonarius* izolatları için elde edilen optimum su aktivitesi



Şekil 4.5 : *A.niger* agg. ve *A. carbonarius* için herbir sıcaklık değerinde su aktivitesinin fonksiyonu olarak gelişim hızlarını tanımlayan Arrhenius-Davey modelinden ($\ln g = C_0 + C_1 b_w + C_2 b_w^2$) elde edilen grafikler (*A. niger* agg.: a:18M5, b:46D1, c:55X1, d:58D2, e:1404M2 ve *A.carbonarius*: f:35X1, g:57D1 h:65D9 ı:2004X2 i:3904X4 izolatları).

değerlerinin 0,952 ile 0,983 değerleri aralığında belirlenmiştir. Belli ve diğ. (2004b) dört adet *A. carbonarius* izolatının 0,90 ile 0,995 su aktivitesi değerleri arasında değişen besiyeri ortamında gelişme hızlarının 0,98 ile 0,995 su aktivitesi değerlerinde diğer su aktivitelerinde görülen gelişme hızlarına oranla daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir.

Romero ve diğ. (2007) incelenen *Aspergillus carbonarius* izolatları arasında en yüksek gelişme hızını 0,95 su aktivitesinde 17,46 mm/gün olarak belirlemişlerdir. Astoreca ve diğ. (2007)'nin yaptıkları çalışmada ise *Aspergillus carbonarius* için optimum gelişmenin görüldüğü su aktivitesinin 0,97 olduğu belirlenmiştir.

Magan ve Aldred (2005) ve Battilani ve diğ. (2006b), *Aspergillus carbonarius* için optimum gelişmenin gözlemlendiği su aktivitesi değerlerinin 0,98 ile 0,99 aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Modelleme sonucunda elde edilen optimum su aktivitesi değerleri ile literatürde *A. carbonarius* izolatları için belirlenmiş olan optimum su aktivitesi değerleri uyum göstermektedir. Her bir sıcaklık değeri için Gibson ve diğ. (1994)'nin lineer regresyon denkliği kullanılarak elde edilen R^2 değerlerinin yüksek olması, hata karaler ortalamalarının düşük olması ve optimum su aktivitesi değerlerinin literatürle paralellik göstermesi uygulanan modelin uygunluğunu göstermiştir. Samapundo ve diğ. (2005) her bir sıcaklık değeri için su aktivitesinin gelişme hızına olan etkisinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları modelleme sonucunda *F. proliferatum* için R^2 değerlerinin 0,935 ile 0,983 değerleri arasında değiştiğini, *F. verticilliodes* için de R^2 değerlerinin 0,935 ile 0,974 değerleri arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Gibson ve diğ. (1994)'nin tanımladıkları lineer regresyon denkliği su aktivitesinin gelişme hızı ve lag fazı üzerine olan etkisinin belirlenmesi amacıyla örnek bir model teşkil etmiştir. Çoğu modifiye model Gibson ve diğ. (1994)'nin tanımladığı model üzerinden yola çıkarak uygulanmıştır.

Şekil 4.5'de *Aspergillus carbonarius* izolatlarının modellerinden elde edilen görsel değerlendirmelere göre en yüksek gelişme hızının *Aspergillus carbonarius* izolatlarının çoğunda 0,97 su aktivitesi değerinde olduğu gözlemlenmiştir. *Aspergillus carbonarius* izolatları için maksimum gelişme sıcaklığının da 30°C civarındadır.

4.3.2 Lag fazı süresinin su aktivitesinin fonksiyonu olarak modellenmesi

Lag fazı sürelerinin su aktivitesinin bir fonksiyonu olarak modellenmesi sonucunda elde edilen model katsayıları, regresyon katsayıları ve hata kareler ortalamaları *Aspergillus niger* agg. ve *Aspergillus carbonarius* için sırasıyla Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

Lag fazı süresinin su aktivitesinin fonksiyonu olarak modellenmesi sonucu elde edilen grafikler Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9'da görüldüğü gibi *Aspergillus niger* agg izolatlarının lag fazı sürelerinin su aktivitelerinin bir fonksiyonu olarak modellenmesi sonucunda elde edilen regresyon katsayıları 0,764 ile 0,999 aralığında, hata kareler ortalaması da 0,000 ile 0,114 değerleri aralığında değişmektedir. *Aspergillus carbonarius* izolatlarının lag fazı sürelerinin su aktivitesinin bir fonksiyonu olarak modellenmesi sonucunda elde edilen regresyon katsayılarının 0,605 ile 0,999 aralığında, hata kareler ortalaması da 0,000 ile 0,098 değerleri aralığında değişmektedir (Çizelge 4.10).

Lag fazı sürelerinin su aktivitesinin bir fonksiyonu olarak modellenmesi sonucunda elde edilen R^2 değerlerinin, gelişme hızının modellenmesinden elde edilen R^2 değerlerine göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Aspergillus niger agg. izolatlarının lag fazı sürelerinin su aktivitelerinin bir fonksiyonu olarak modellenmesi sonucunda elde edilen R^2 değerlerinin, *Aspergillus carbonarius* izolatlarının lag fazı sürelerinin su aktivitesinin bir fonksiyonu olarak modellenmesi sonucunda elde edilen regresyon katsayılarından genel olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Samapundo ve diğ. (2007) gelişme hızına su aktivitesinin etkisinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları modelleme sonucunda R^2 değerlerinin *Aspergillus flavus* izolatları için 0,976 ile 0,998 aralığında değiştiğini; *Aspergillus parasiticus* izolatları için ise 0,964 ile 0,993 aralığında değiştiğini gözlemlemişlerdir.

Aspergillus niger agg. izolatlarının lag fazı sürelerinin su aktivitesinin fonksiyonu olarak modellenmesi sonucunda elde edilen R^2 değerlerinin, gelişme hızının modellenmesinden elde edilen R^2 değerlerine oranla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Genel olarak literatürde yapılmış çalışmalarda da lag fazının modellenmesi sonucunda daha düşük R^2 değerleri elde edilmiştir. Aynı zamanda lag fazının modellenmesinden elde edilen hata kareler ortalamaları da daha yüksektir.

Çizelge 4.9 : *A. niger aggregate* izolatları için geliştirilen Arrhenius-Davey modelin, $\ln(1/\lambda) = C_0 + C_1 b_w + C_2 b_w^2$, katsayıları, R^2 ‘leri ve hata kareler ortalaması (KO_{hata}).

İzolat	Sıcaklık (°C)	C_0	C_1	C_2	R^2	KO_{hata}
18M5	15 °C	-1,08±0,01	ns	-6,57±0,34	0,995	0,000
	20 °C	-0,32±0,04	6,04±0,45	-26,69±1,04	0,999	0,000
	25 °C	0,53±0,06	ns	-12,63±0,63	0,990	0,005
	30 °C	-2,24±0,47	41,94±4,34	-107,89±8,82	0,990	0,024
	40 °C	-0,16±0,26	7,91±2,69	-23,37±6,16	0,941	0,004
46D1	15 °C	-2,38±0,02	15,79±0,25	-48,43±0,68	0,999	0,000
	20 °C	-1,39±0,37	15,67±3,91	-47,07±8,96	0,971	0,009
	25 °C	-0,25±0,48	8,88±4,47	-34,84±9,08	0,973	0,026
	30 °C	0,82±0,15	ns	-13,98±1,64	0,947	0,032
	35 °C	-0,47±0,31	13,66±3,27	-40,79±7,49	0,972	0,006
	40 °C	-2,43±0,69	36,54±7,19	-87,12±16,48	0,912	0,030
55X1	15 °C	-2,98±0,02	22,65±0,20	-71,84±0,54	0,999	0,000
	20 °C	-0,60±0,50	5,21±5,21	-24,42±11,95	0,949	0,016
	25 °C	-0,53±0,19	8,78±1,81	-32,29±3,68	0,994	0,004
	30 °C	-1,13±0,32	19,84±3,02	-54,35±6,14	0,985	0,012
	35 °C	-1,43±0,17	22,87±1,74	-58,85±4,00	0,991	0,002
	40 °C	-1,04±0,72	21,64±7,57	-55,34±17,35	0,836	0,333

ns: Önemsiz

Çizelge 4.9 (Devam) : *A. niger aggregate* izolatları için geliştirilen Arrhenius-Davey modelin, $\ln(1/\lambda) = C_0 + C_1 b_w + C_2 b_w^2$, katsayıları, R^2 ‘leri ve hata kareler ortalaması (KO_{hata}).

İzolat	Sıcaklık (°C)	C_0	C_1	C_2	R^2	KO_{hata}
58D2	15 °C	-1,39±0,07	3,90±0,89	-17,03±2,39	0,996	0,000
	20 °C	-0,52±0,34	5,38±3,53	-24,08±8,10	0,973	0,007
	25 °C	-0,29±0,18	7,52±1,65	-29,78±3,36	0,995	0,003
	30 °C	-1,19±0,69	19,51±6,39	-55,80±12,99	0,950	0,052
	35 °C	-0,18±0,80	9,68±8,40	-29,82±19,25	0,764	0,041
	40 °C	-1,65±0,83	31,15±8,69	-82,83±19,92	0,915	0,044
1404M2	15 °C	-1,13±0,04	ns	-5,89±0,88	0,957	0,001
	20 °C	0,05±0,07	ns	-11,97±1,02	0,978	0,005
	25 °C	-0,43±0,46	9,80±4,30	-34,84±8,74	0,985	0,024
	30 °C	-1,08±1,01	17,29±9,44	-48,68±19,18	0,862	0,114
	35 °C	-0,54±0,66	11,76±6,89	-33,25±15,79	0,797	0,027
	40 °C	-0,20±0,21	10,48±2,24	-32,31±5,14	0,982	0,003

ns: Önemsiz

Çizelge 4.10 : *A.carbonarius* izolatları için geliştirilen Arhenius-Davey modelin, $\ln(1/\lambda) = C_0 + C_1b_w + C_2b_w^2$, katsayıları, R^2 ‘leri ve hata kareler ortalaması (KO_{hata}).

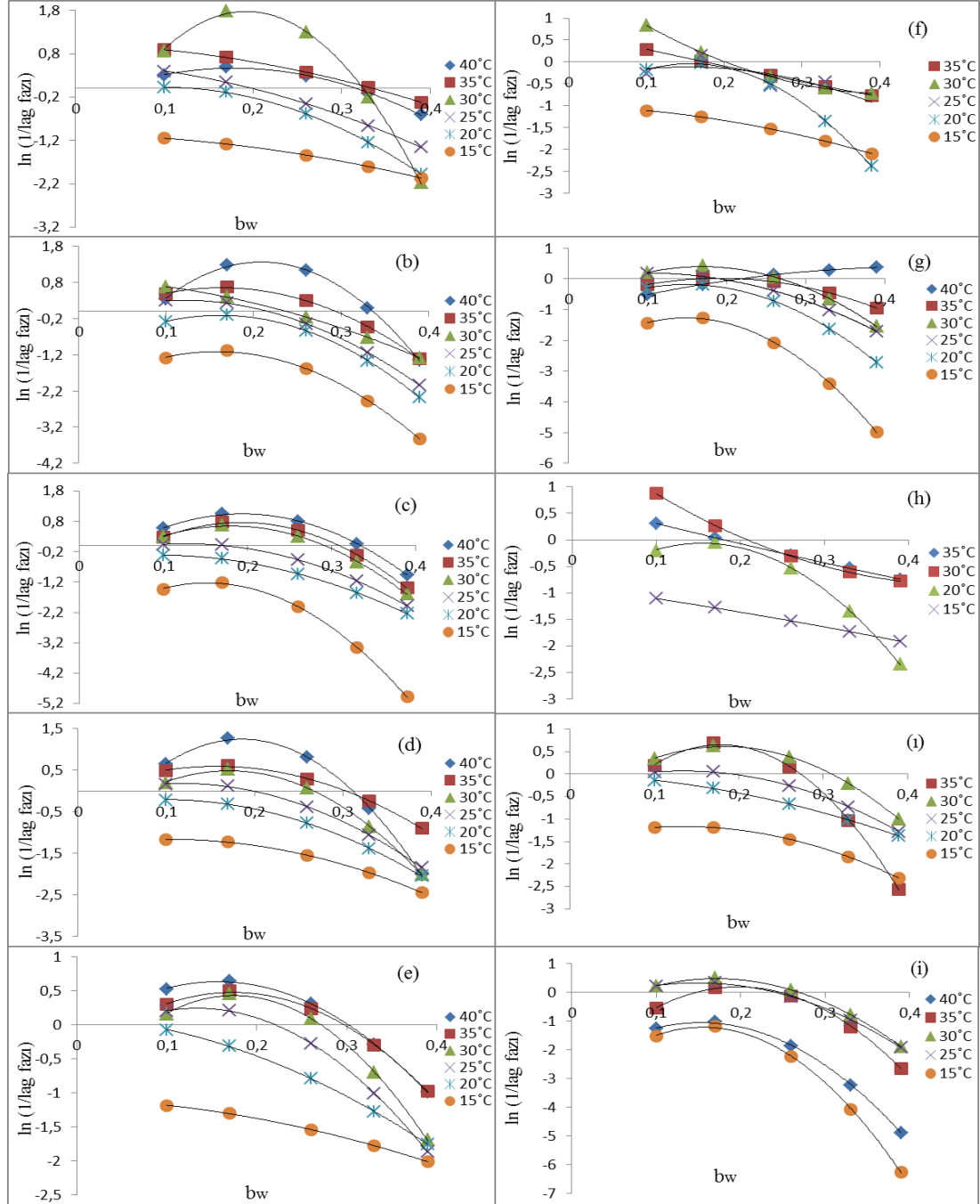
İzolat	Sıcaklık (°C)	C_0	C_1	C_2	R^2	KO_{hata}
35X1	15°C	-1,04±0,03	ns	-7,00±0,73	0,979	0,001
	20°C	-1,22±0,38	14,88±3,96	-46,17±9,08	0,973	0,009
	30°C	1,94±0,26	-12,41±2,68	14,27±6,15	0,989	0,004
	35°C	0,65±0,22	-3,65±0,95	ns	0,830	0,024
	40°C	2,18±1,14	-23,69±13,04	49,40±29,90	0,605	0,098
57D1	15°C	-2,874±0,02	21,24±0,24	-68,92±0,64	1,000	0,000
	20°C	-1,29±0,13	14,55±1,35	-47,11±3,10	0,997	0,001
	25°C	-0,13±0,16	5,62±1,66	-25,05±3,82	0,994	0,002
	30°C	-0,85±0,11	14,73±1,15	-42,70±2,64	0,996	0,001
	35°C	-0,94±0,71	10,11±7,46	-26,15±17,10	0,855	0,032
	40°C	-1,09±0,05	6,52±0,67	-7,09±1,80	0,999	0,000
65D9	15°C	-0,91±0,16	-1,80±1,98	-2,03±5,35	0,983	0,001
	20°C	-1,17±0,31	-44,35±7,41	14,17±3,23	0,981	0,006
	25°C	-0,26±0,87	2,26±9,13	-9,85±20,93	0,465	0,048
	30°C	1,89±0,28	-11,34±2,96	11,50±6,79	0,987	0,005
	35°C	0,92±0,61	-6,35±6,38	6,22±14,62	0,837	0,023
	40°C	2,32±1,19	-24,83±12,44	51,54±28,53	0,654	0,089

ns: Önemsiz

Çizelge 4.10 (Devam) : *A.carbonarius* izolatları için geliştirilen Arhenius-Davey modelin, $\ln(1/\lambda)=C_0 + C_1b_w + C_2b_w^2$, katsayıları, R^2 ‘leri ve hata kareler ortalaması (KO_{hata}).

İzolat	Sıcaklık (°C)	C_0	C_1	C_2	R^2	KO_{hata}
2004X2	15°C	-1,54±0,04	5,37±0,49	-19,02±1,31	0,998	0,000
	20°C	-0,04±0,29	-0,13±3,08	-8,50±7,06	0,962	0,005
	25°C	-0,37±0,38	6,29±3,56	-22,30±7,23	0,949	0,016
	30°C	-0,75±0,90	14,92±8,35	40,14±16,96	0,818	0,089
	35°C	-1,81±0,84	27,66±8,76	-76,44±20,08	0,918	0,044
	40°C	-0,14±0,49	2,07±5,15	1,22±11,81	0,808	0,015
3904X4	15°C	-3,71±0,01	31,83±0,10	-99,17±0,26	0,999	0,000
	25°C	-0,64±0,23	12,99±2,16	-42,07±4,39	0,993	0,006
	30°C	-1,08±0,62	18,30±5,76	-52,54±11,70	0,954	0,042
	35°C	-2,96±0,75	32,14±7,81	-80,87±17,91	0,903	0,035
	40°C	-2,85±0,00	23,25±0,00	-73,56±0,00	0,999	0,000

Şekil 4.6’da *Aspergillus niger* ve *Aspergillus carbonarius* izolatlarının modellerinin görsel değerlendirilmesi sonucunda en uzun lag fazı sürelerinin tüm izolatlar için 15°C’de olduğu gözlemlenmiştir. İzolatların lag fazı sürelerinde gelişme hızlarına oranla daha fazla varyasyonun olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.6 : *A.niger* agg. izolatları ve *Aspergillus carbonarius* izolatları için herbir sıcaklık değerinde su aktivitesinin bir fonksiyonu olarak lag fazı sürelerini tanımlayan Arrhenius-Davey modelinden ($\ln 1/\lambda = C_0 + C_1 b_w + C_2 b_w^2$) elde edilen grafikler (*Aspergillus niger* agg. a:18M5, b:46D1, c:55X1, d:58D2, e:1404M2 izolatları ve *Aspergillus carbonarius* f:35X1, g:57D1 h:65D9 i:2004X2 izolatları).

4.4 Sıcaklık ve Su Aktivitesinin A . Section *Nigri* Gelişmesine Birlikte Etkisinin Modellenmesi

Her bir sıcaklık ve su aktivitesinin birlikte *A. niger* agg. ve *A. carbonarius* izolatlarının gelişmesine ve lag fazı süresine etkisi ikinci derece polinom denklemi kullanılarak belirlenmiştir. Koloni gelişme hızının her bir sıcaklık ve su aktivitesi değeri için modellenmesi sonucunda elde edilen model katsayıları, regresyon katsayıları, ve hata kareler ortalamaları *Aspergillus niger* agg. ve *Aspergillus carbonarius* için sırasıyla Çizelge 4.11, Çizelge 4.12, Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14’de gösterilmiştir. *Aspergillus niger* agg. izolatlarının gelişme hızına su aktivitesinin ve sıcaklığın birlikte etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan modelleme sonucunda elde edilen regresyon katsayıları 0,952 ile 0,973 hata kareler ortalamaları da 0,015 ile 0,026 arasında değişmektedir (Çizelge 4.11).

Aspergillus niger agg. izolatlarının lag fazı sürelerine ilişkin regresyon katsayıları 0,852 ile 0,958 ve hata kareler ortalamaları da 0,033 ile 0,141 değerleri arasında değişmektedir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.13’de *Aspergillus carbonarius* izolatlarının gelişmesine su aktivitesinin ve sıcaklığın birlikte etkisinin belirlenmesi amacıyla polinom denkleminin kullanılmasıyla yapılan modelleme sonucunda beş adet *Aspergillus carbonarius* izolatı için regresyon katsayıları 0,879 ile 0,938, hata kareler ortalamaları da 0,020 ile 0,049 değerleri arasında değişmektedir.

Aspergillus carbonarius izolatlarının lag fazı sürelerine su aktivitesinin ve sıcaklığın birlikte etkisinin belirlenmesi amacıyla, polinom denkleminin kullanılmasıyla yapılan modelleme sonucunda beş adet *Aspergillus carbonarius* izolatı için regresyon katsayılarının 0,661 ile 0,940 değerleri arasında, hata kareler ortalamalarının da 0,027 ile 0,165 değerleri arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.14). Samapundo ve diğ. (2005) sıcaklık ve su aktivitesinin birlikte etkisinin koloni gelişme hızı ve üzerine olan etkisinin belirlenmesi amacıyla üçüncü dereceden polinom denklemini kullanarak yaptıkları modelleme sonucunda *F. proliferatum* ve *F. verticillioides* için R^2 değerlerini sırasıyla 0,965 ile 0,974 olarak belirlemişlerdir. Sıcaklık ve su aktivitesinin birlikte etkisinin lag fazı süresine üzerine olan etkisi modellenmemiştir.

Çizelge 4.11 : *A.niger aggregate* izolatları için geliştirilen $\ln(g)=C_0 +C_1b_w+C_2 b_w^2+C_3T+C_4T^2+C_5Tb_w$ modelinin katsayıları, R^2 ‘leri ve hata kareler ortalaması (KO_{hata}).

İzolat	C_0	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	R^2	KO_{hata}
18M5	-3,06±0,51	15,59±2,33	-48,72±4,26	0,29±0,03	0	0,06±0,05	0,952	0,025
46D1	-3,67±0,39	18,53±1,78	-58,26±3,26	0,32±0,02	-0,01	0,11±0,04	0,973	0,015
55X1	-4,72±0,51	21,33±2,36	-62,52±4,31	0,38±0,03	-0,01	0,07±0,05	0,956	0,026
58D2	-3,87±0,51	17,09±2,32	-55,64±4,24	0,35±0,03	-0,01	0,12±0,05	0,955	0,025
1404M2	2,81±0,48	15,76±2,22	-50,30±4,04	0,26±0,03	0	0,09±0,04	0,953	0,023

Çizelge 4.12 : *A.niger aggregate* izolatları için geliştirilen $\ln(1/\text{lag fazı})=C_0 +C_1a_w+C_2a_w^2+C_3T+C_4T^2+C_5Ta_w$ modelinin katsayıları, R^2 ‘leri ve hata kareler ortalaması (KO_{hata}).

İzolat	C_0	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	R^2	KO_{hata}
18M5	-166,02±36,94	321,66±79,25	-165,38±42,63	0,45±0,07	-0,01	ns	0,852	0,141
46D1	-140,20±25,07	273,41±53,02	-136,76±28,41	0,45±0,18	0	-0,24±0,17	0,922	0,063
55X1	-142,37±18,62	274,37±39,37	-136,54±21,09	0,56±0,13	0	-0,30±0,13	0,958	0,035
58D2	-131,39±22,05	267,36±47,57	-139,71±25,70	ns	0	0,20±0,04	0,936	0,051
1404M2	-136,41±18,27	267,75±38,64	-135,60±20,70	0,39±0,130	0	-0,13±0,13	0,948	0,033

Çizelge 4.13 : *A. carbonarius* izolatları için geliştirilen $\ln(g) = C_0 + C_1b_w + C_2 b_w^2 + C_3T + C_4T^2 + C_5Tb_w$ modelinin katsayıları, R^2 'leri ve hata kareler ortalaması (KO_{hata}).

İzolat	C_0	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	R^2	KO_{hata}
35X1	-2,99±0,43	6,07±2,26	-19,64±5,24	0,34±0,03	-0,01	ns	0,911	0,020
57D1	-4,10±0,65	21,28±3,37	-60,75±7,91	0,34±0,04	-0,01	ns	0,901	0,042
65D9	-22,96±4,21	75,98±18,54	-194,34±33,39	1,92±0,26	-0,03	-0,43±0,31	0,895	0,022
2004X2	-3,15±0,70	13,79±3,23	-43,97±5,89	0,30±0,04	-0,01	0,08±0,07	0,879	0,049
3904X4	-6,32±0,70	22,71±3,06	-58,98±5,36	0,52±0,04	-0,01	-0,07±0,07	0,938	0,040

Çizelge 4.14 : *A. carbonarius* izolatları için geliştirilen $\ln(1/\lambda) = C_0 + C_1a_w + C_2 a_w^2 + C_3T + C_4T^2 + C_5Ta_w$ modelinin katsayıları, R^2 'leri ve hata kareler ortalaması (KO_{hata}).

İzolat	C_0	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	R^2	KO_{hata}
35X1	-4,31±0,57	ns	ns	ns	0	0,28±0,04	0,707	0,101
57D1	-186,035±30,86	354,74±65,08	-174,18±34,48	1,04±0,14	-0,01	-0,65±0,14	0,940	0,027
65D9	-4,38±0,56	ns	ns	ns	-0,004	0,29±0,04	0,723	0,098
2004X2	-3,92±0,69	ns	ns	ns	-0,003	0,23±0,05	0,661	0,165
3904X4	-160,26±35,80	323,34±75,53	-171,82±40,41	0,33±0,28	-0,01	0,31±0,28	0,827	0,127

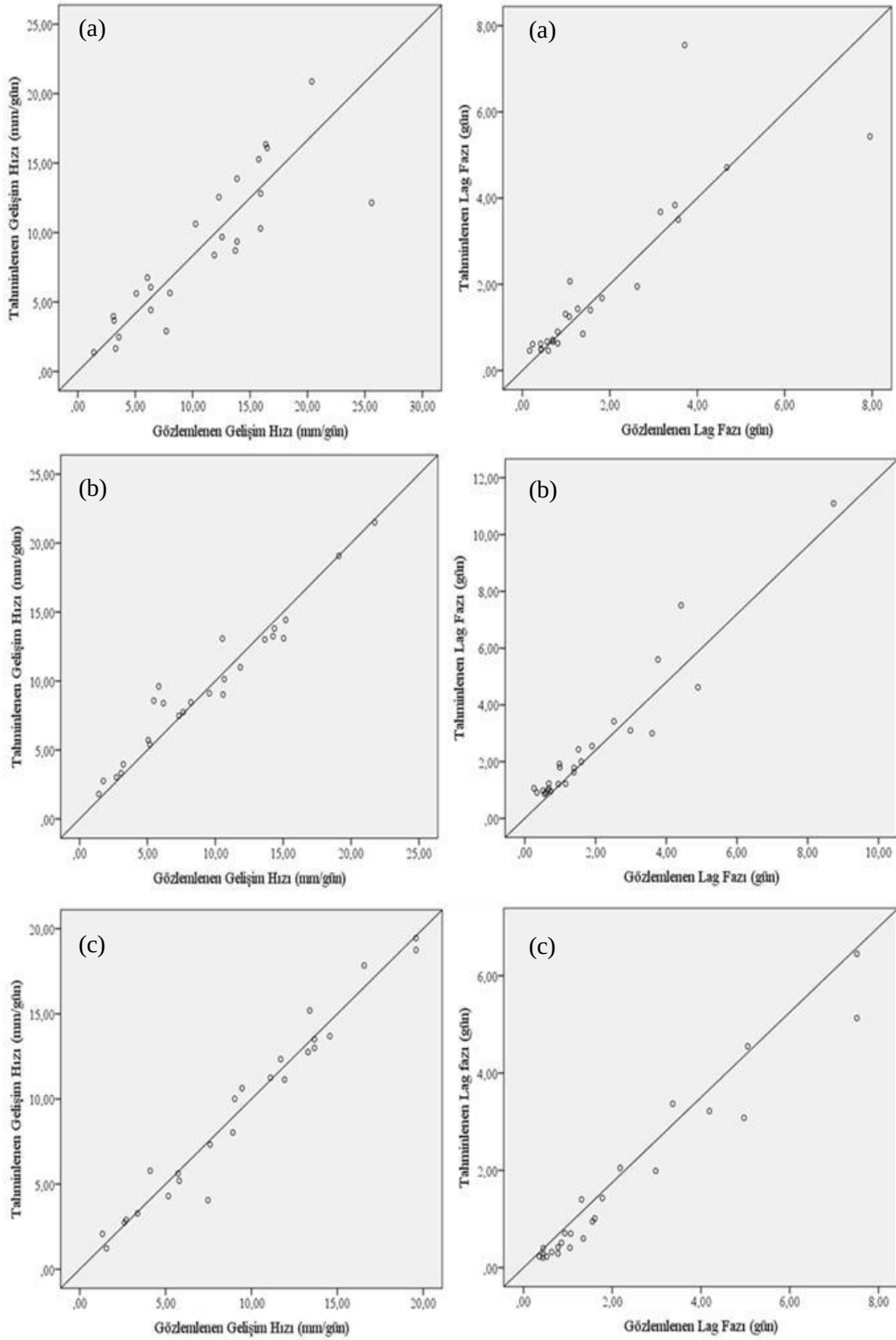
ns: Önemli

Astoreca ve diğ. (2012) mısırdan izole ettikleri *Aspergillus flavus* izolatlarının sıcaklık ve su aktivitesinin birlikte etkisinin sadece koloni gelişme hızı üzerine olan etkisini kardinal modelin çoklu regresyon yöntemini kullanarak belirlemişlerdir ve R^2 değerlerinin 0,98 ile 0,99 aralığında değiştiğini ifade etmişlerdir. Panagou ve diğ. (2010) farklı sıcaklık ve su aktivitelerinin *Byssochlamys fulva* ve *Byssochlamys nivea*'nin gelişmesi üzerine olan etkisini Rosso (2001) modeli kullanarak incelemişlerdir. Ratkowsky (2004) modeli ile hata karaler ortalamalarını da sırasıyla 0,068 ve 0,045 olarak belirlemişlerdir. *Byssochlamys nivea*'nin regresyon katsayısı 0,965 *Byssochlamysfulva*'nin regresyon katsayısı da 0,923 olarak belirlenmiştir. Pardo ve diğ. (2005) *Aspergillus ochraceus*'un okratoksijenik izolatlarının lag fazı sürelerinin sıcaklık ve su aktivitesinin modellenmesiyle yapılan çalışmada regresyon katsayılarının 0,72 ile 0,89 aralığında değiştiğini bulmuşlardır.

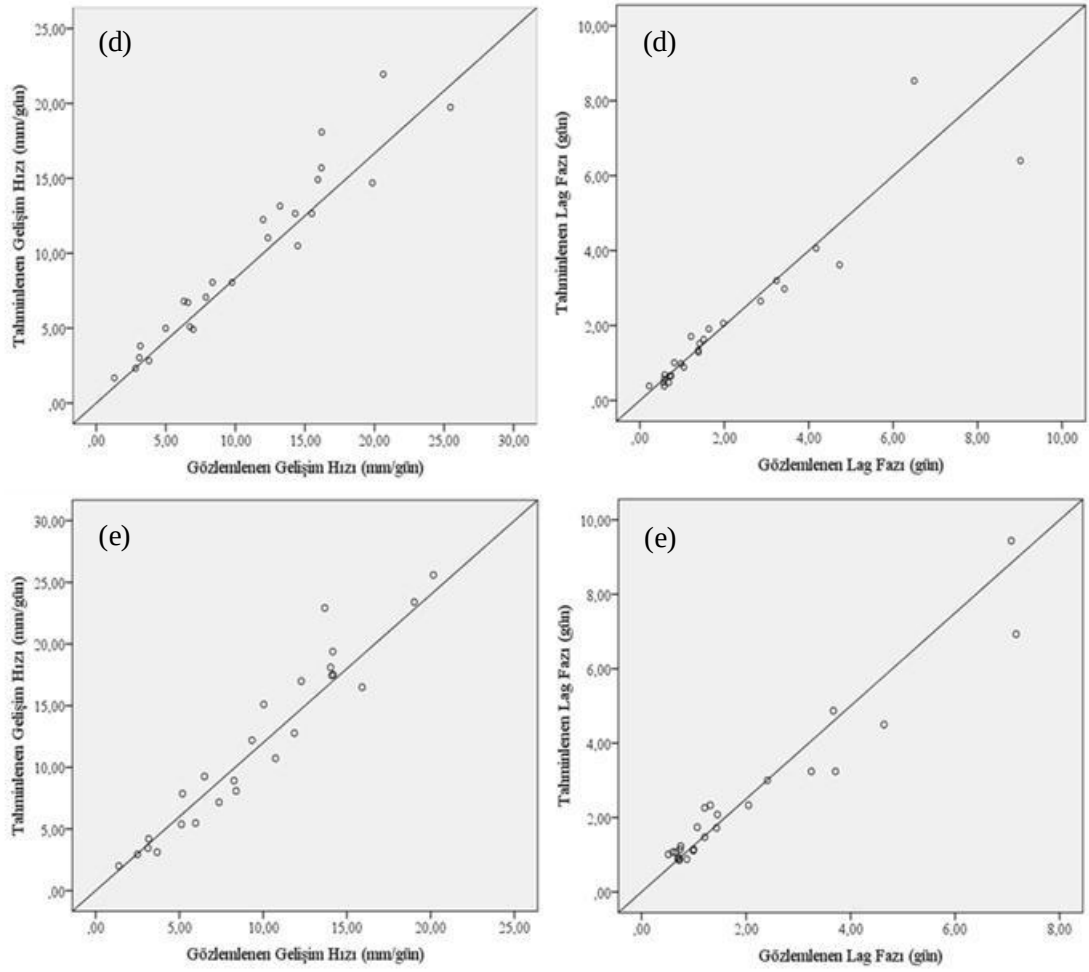
Lahlali ve diğ. (2007) *Botrytis cinerea* Pers'in gelişimine sıcaklık ve su aktivitesinin etkisinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları modelleme çalışmasında, ikinci dereceden polinom denklemini kullanmışlardır.

Dantigny ve diğ. (2005) hata karaler ortalamaları değerlerinin modelin uygunluğunun belirlenmesinde en uygun yöntem olduğunu, daha düşük hata karaler ortalamaları değerlerinin daha yüksek model uygunluğu verdiğini belirtmişlerdir.

Aspergillus niger agg. izolatları için ikinci derece polinom denklemi kullanılarak yapılan modelleme sonucunda deneysel ve tahminlenen gelişme hızı değerleri ile deneysel ve tahminlenen lag fazı süreleri Şekil 4.7 ve 4.8'de gösterilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm izolatlar için deneysel ve tahminlenen gelişme hızı grafikleri ile deneysel ve tahminlenen lag fazı grafiklerinden elde edilen sonuçlara göre değerlerin eşitlik çizgisi üzerinde homojen dağılım göstermesi uygulanan modelin uygunluğunu göstermiştir. Giffel ve Zwietering (1999) *Listeria monocytogenes*'in gelişmesini tanımlayan modellerin validasyonu üzerine yaptıkları bir çalışmada gözlemlenen ve tahminlenen değerlerin eşitlik çizgisi üzerinde homojen dağılımının modelin uygunluğunu gösteren validasyon yöntemlerinden biri olduğunu belirtmişlerdir. *Aspergillus niger* agg. ve *Aspergillus carbonarius* izolatlarının gelişmesine tüm sıcaklık ve tüm su aktivitelerinin etkisinin belirlenebilmesi amacıyla ikinci derece polinom denkleminin kullanılmasıyla yapılan modelleme sonucunda elde edilen 3 boyutlu yüzey grafikleri Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

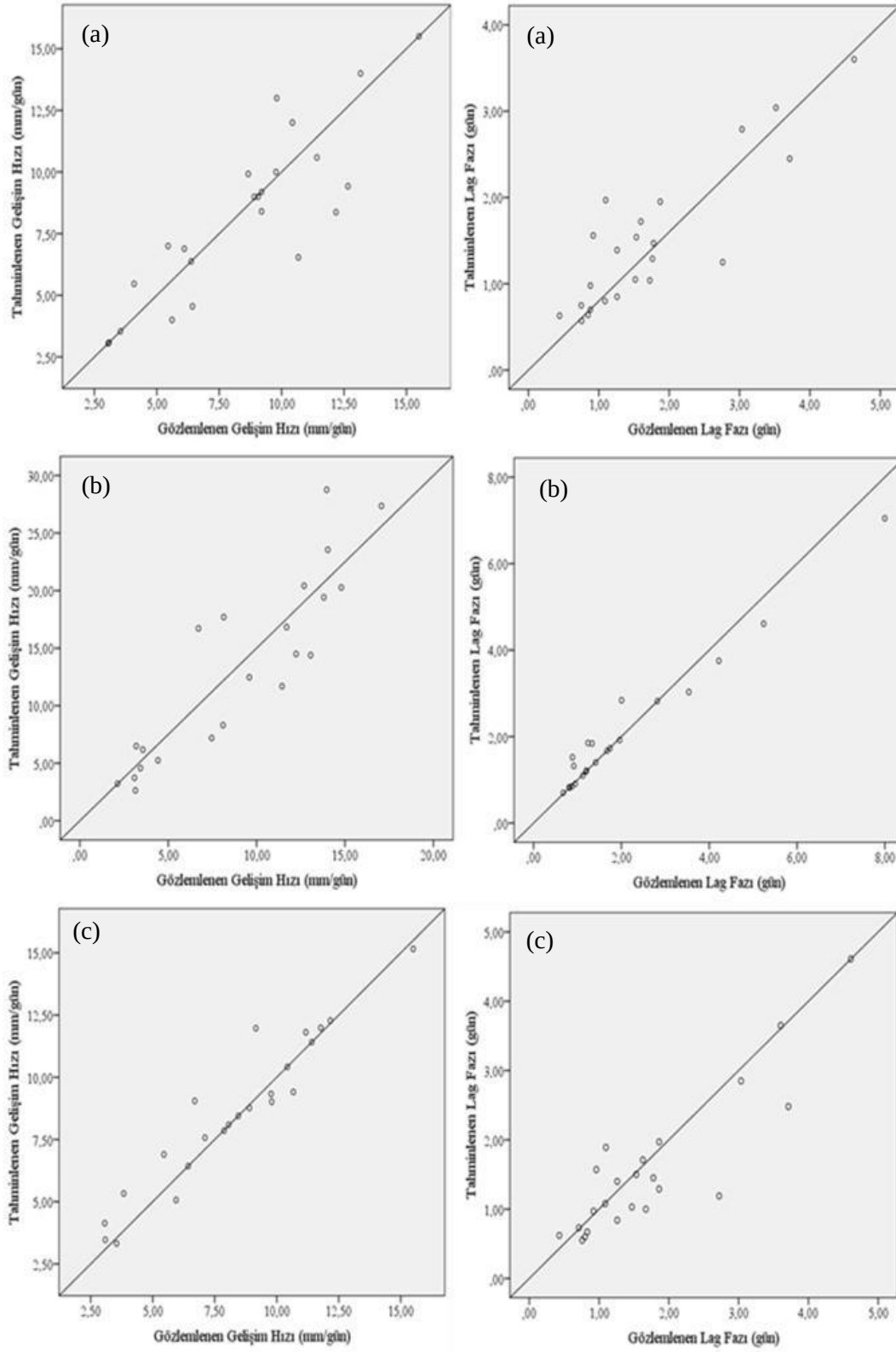


Şekil 4.7 : *Aspergillus niger* agg. izolatlarının gözlemlenen gelişim hızlarına karşılık, tahminlenen gelişim hızları ile; gözlemlenen lag fazı sürelerine karşılık tahminlenen lag fazı sürelerinin grafiksel gösterimi (a:18M5, b:46D1, c:55X1, d:58D2, e:1404M2).

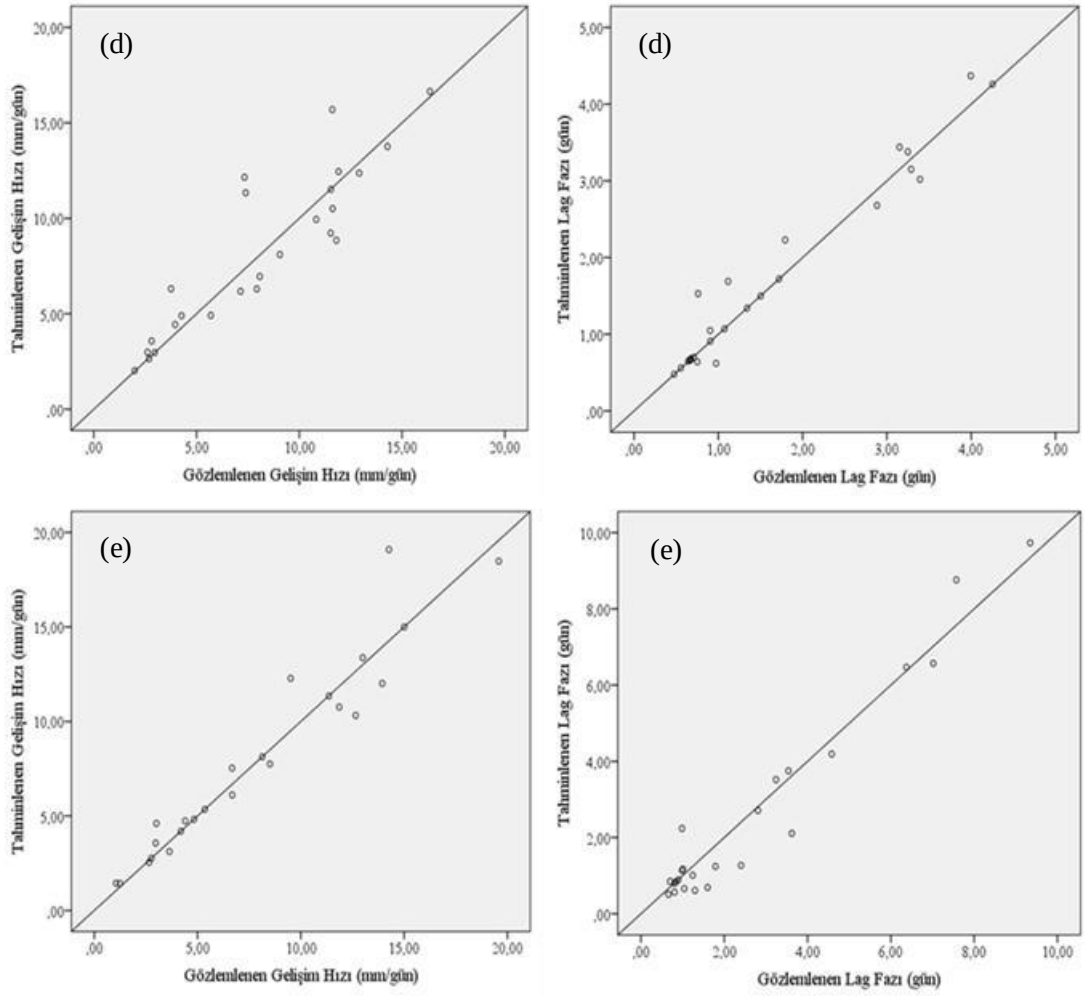


Şekil 4.7 (Devam) : *Aspergillus niger* agg. izolatlarının gözlemlenen gelişim hızlarına karşılık, tahminlenen gelişim hızları ile; gözlemlenen lag fazı sürelerine karşılık tahminlenen lag fazı sürelerinin grafiksel gösterimi (a:18M5, b:46D1, c:55X1, d:58D2, e:1404M2).

Davies (1993) ve Geeraerd ve diğ. (1998) yaptıkları analizlerde 2 bağımsız değişkenin sinerjistik ya da antagonistik etkileşimlerinin belirlenmesinde, bağımlı değişkenin eğilim çizgisinin bağımsız değişkenlere göre değişimlerinin gösterildiği 3 boyutlu grafiklerin kullanılabileceğini belirtmişlerdir. *Aspergillus niger* agg. izolatlarının üç boyutlu yüzey grafiklerinden elde edilen sonuçlar Şekil 4.9'da gösterilmiş olup *Aspergillus niger* agg. izolatlarının genel olarak su aktivitesi ve sıcaklık değişkenleri arasında sinerjistik bir etkileşim olduğu ancak çok yüksek su aktivitesi ($>0,98$) ve sıcaklık ($>38^{\circ}\text{C}$) değerlerinin ise gelişme hızında düşüşe yol açtığı gözlemlenmektedir. Grafikte gelişme hızı eğrisinin maksimum yüksekliğe ulaştığı noktalar *A. niger* agg. izolatları için kullanılan model ile belirlenen optimum sıcaklık ve su aktivitesi değerlerine karşılık gelmektedir.

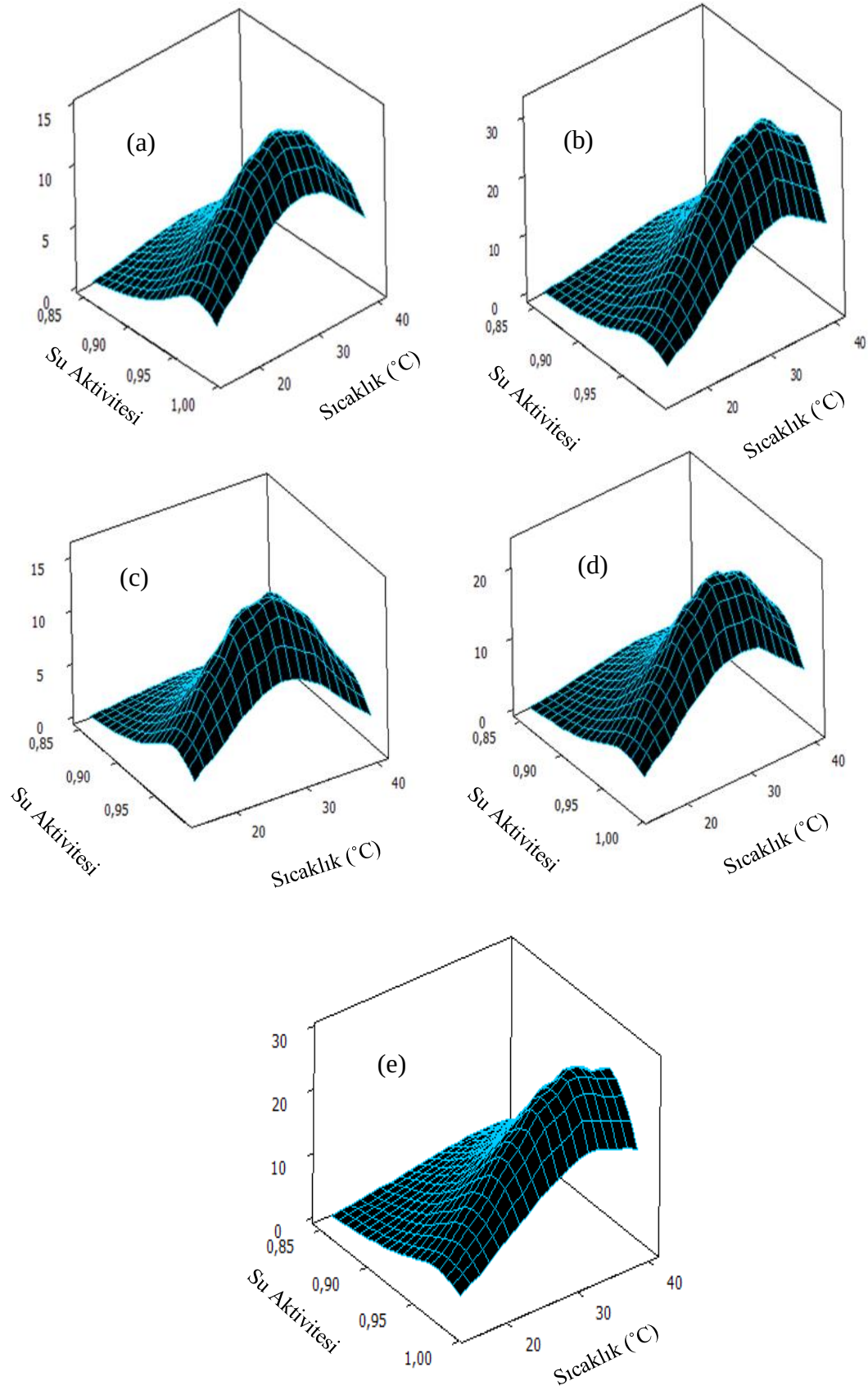


Şekil 4.8 : *Aspergillus carbonarius* izolatlarının gözlemlenen gelişim hızlarına karşılık, tahminlenen gelişim hızları ile; gözlemlenen lag fazı sürelerine karşılık tahminlenen lag fazı sürelerinin grafiksel gösterimi(a:35X1, b:57D1, c:65D9, d:2004X2, e:3904X4).

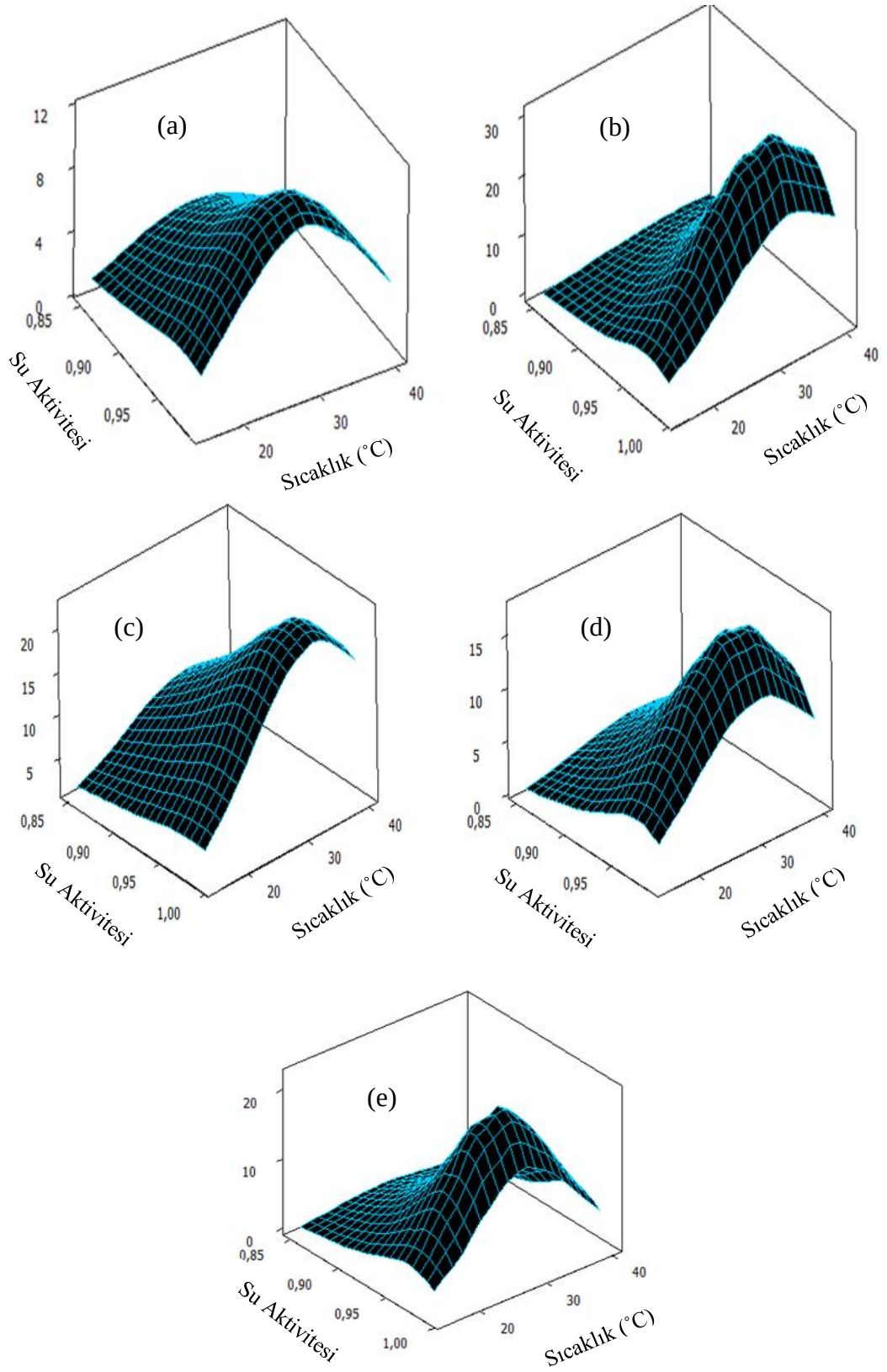


Şekil 4.8 (Devam) : *Aspergillus carbonarius* izolatlarının gözlemlenen gelişim hızlarına karşılık, tahminlenen gelişim hızları ile; gözlemlenen lag fazı sürelerine karşılık tahminlenen lag fazı sürelerinin grafiksel gösterimi (a:35X1, b:57D1, c:65D9, d:2004X2, e:3904X4).

Model aracılığı ile tahminlenen optimum sıcaklık ve su aktivitesi değerleri de koloni çaplarının incelenmesi sırasında gözlemlenen optimum sıcaklık ve su aktivitesi değerleri ile benzerlik göstermektedir. *A. carbonarius* izolatları için çizilen 3 boyutlu yüzey grafikleri ise şekil 4.9.'da gösterilmiştir. *A. niger* agg. izolatlarının grafiklerine benzer şekilde *A. carbonarius* izolatları için de su aktivitesi ve sıcaklık değişkenleri arasında sinerjistik bir etkileşim olduğu görülmektedir. Ancak yüksek su aktivitesi ($>0,97$) ve sıcaklık ($>33^{\circ}\text{C}$) değerlerinin ise gelişme hızında düşüşe yol açtığı gözlemlenmektedir. Grafikte gelişme hızı eğrisinin maksimum yüksekliğe ulaştığı noktalar *A. carbonarius* izolatları için kullanılan model ile belirlenen optimum



Şekil 4.9 : a)18M5 b)46D1 c)55X1 d)58D2 e)1404M2 *Aspergillus niger* agg. izolatlarının $\ln(g)=C_0+C_1b_w+C_2b_w^2+C_3T+C_4T^2+C_5Tb_w$ denklemi kullanılarak elde edilen koloni gelişim hızlarının yüzey grafikleri.



Şekil 4.10 : a)35X1 b)57D1 c)65D9 d)2004X2 e)3904X4 *Aspergillus carbonarius* izolatlarının $\ln(g)=C_0+C_1b_w+C_2b_w^2+C_3T+C_4T^2+C_5Tb_w$ denklemi kullanılarak elde edilen koloni gelişim hızlarının yüzey grafikleri.

sıcaklık ve su aktivitesi değerlerine karşılık gelmektedir. Model aracılığı ile tahminlenen optimum sıcaklık ve su aktivitesi değerleri de koloni çaplarının incelenmesi sırasında gözlemlenen optimum sıcaklık ve su aktivitesi değerleri ile benzerlik göstermektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Ege Bölgesi'nden temin edilen kuru incirlerden izole edilen on adet *Aspergillus* section *Nigri* (beş adet *A. carbonarius*, beş adet *A. niger* aggregate) izolatının 8 farklı sıcaklık (5°C, 10°C, 15°C, 20°C, 25 °C, 30°C, 35 °C, 40 °C) ve 5 farklı su aktivitesi (0.85, 0.89, 0.93, 0.97 ve 0.99) değerlerinde gelişmeleri incelenmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında izolatların radyal çapları günlük ölçümlerle belirlenmiş ve gelişme hızı ve lag fazı süreleri lineer regresyon ile hesaplanmıştır. İncelenen izolatların hiçbirisi 5°C ve 10°C'de gelişme göstermemiştir. İzolatların tamamı 0,89 su aktivitesinde 20-40°C'de, diğer su aktivite değerlerinde (0,93; 0,97 ve 0,99) ise 15-40°C'de gelişme göstermişlerdir. Deneysel gelişme hızı (g, mm/gün) ve uyum fazı süreleri (λ , gün) değerlendirildiğinde *A. niger* agg. için optimum gelişme koşulları 0,97 su aktivitesi ve 30 - 35°C olarak belirlenmiş; *A. carbonarius* izolatları ise 0,97 su aktivitesi değerinde ve 30°C'de optimum gelişme hızına ulaşmışlardır.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* izolatları için optimum gelişme sıcaklığı 30°C olarak belirlenmiştir. Bu su aktivitesi değerinde en iyi gelişmeyi 16,12 mm/gün gelişme hızı ile 65D9 izolatı göstermiştir. *A. niger* agg. türüne ait 58D2 ve 1404M2 izolatları 0,99 su aktivitesi değerinde 30°C'de maksimum gelişme gösterirken 46D1 izolatının gelişme hızı aynı su aktivitesi değerinde 35°C'de maksimuma ulaşmıştır. 18M5 ve 55X1 izolatları için ise 30°C ve 35°C'de gelişme hızları arasında istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir. ($p>0,05$).

0,93 ve 0,97 su aktivitesi değerlerinde de tüm *A. carbonarius* izolatları içerisinde en yüksek gelişme hızının görüldüğü sıcaklık 30°C olarak belirlenmiştir. Tüm *A. niger* agg. izolatları için 0,99 su aktivitesinde optimum gelişme 35°C'de gözlemlenmiştir. Bununla birlikte 55X1 izolatı için 30°C ve 35°C de gelişme hızları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır ($p>0,05$). 0,93 su aktivitesinde ise *A. niger* agg.'e ait 18M5 izolatı en yüksek gelişme hızına 40°C de ulaşmış, 55X1 ve 46D1 izolatları ise bu su aktivitesinde en iyi gelişmeyi 35°C'de göstermiştir.

1404M2 izolatının 0,93 su aktivitesinde 35°C ve 40°C'deki gelişme hızları arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken 58D2 izolatı için ise aynı su aktivitesi değerinde optimum gelişme sıcaklığı 30°C olarak belirlenmiştir. Ayrıca 30°C ve 35°C'deki gelişme hızları arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Dört *Aspergillus carbonarius* izolatı (35X1, 57D1, 65D9 ve 2004X2) 0,89 su aktivitesinde 30°C'de, bir adedi (3904X4) ise 20°C'de optimum gelişme hızına sahiptir. *A. niger* için; 0,89 su aktivitesinde incelenen sıcaklıklarda optimum gelişme koşulları izolatlara göre farklılık göstermekle birlikte, 1404M2 izolatı 35°C'de; 58D2 ve 18M5 izolatları 40°C'de; 55X1 ve 46D1 izolatları ise 30°C'de maksimum gelişme hızına ulaşmışlardır. 18M5 izolatı için 30°C ve 35°C'de; 55X1 izolatı için ise 25°C ve 35°C'de gelişme hızları arasında istatistiksel olarak fark belirlenememiştir. 46D1 izolatının aynı su aktivitesinde 35°C ve 40°C ile 35°C ve 30°C sıcaklıklarında da gelişme hızları arasında istatistiksel fark belirlenmemiştir ($p>0,05$). Ayrıca 0,89 su aktivitesi ve 15°C'de incelenen *A.niger* agg. izolatlarından hiçbirinin gelişme göstermediği gözlemlenmiştir. 0,85 su aktivitesi değerinde ise incelenen tüm izolatlar yalnızca 25°C ve 30°C'de gelişme göstermiştir ve tüm izolatlar için gelişme hızı 30°C'de 25°C'den daha yüksek olarak bulunmuştur.

Çalışmanın ikinci aşamasında gelişme hızı ve lag fazı süresini sıcaklığın, su aktivitesinin ve sıcaklık / su aktivitesi kombinasyonunun fonksiyonu olarak modellemek amacıyla sırasıyla Arrhenius-Davey, Gibson ve ikinci dereceden polinom denklemleri kullanılmıştır. Sıcaklığın gelişme hızına etkisinin belirlenmesi amacıyla kullanılan Arrhenius-Davey modeli ile elde edilen optimum sıcaklık değerleri farklı su aktivitesi değerlerinde *A. niger* agg. izolatları için 29,5 - 35,9°C arasında, *A. carbonarius* izolatları için ise 27,5 - 32°C aralığında bulunmuştur. Su aktivitesinin bir fonksiyonu olarak gelişme hızının Gibson eşitliği ile modellenmesinden elde edilen optimum su aktivitesi değerleri 0,96 - 0,98 aralığında belirlenmiştir. Elde edilen bu değerler ve *A. carbonarius* ve *A. niger* agg. izolatları için gözlemlenen optimum su aktivitesi ve sıcaklık değerlerine paralellik göstermiştir. *A. carbonarius* izolatları için uygulanan Arrhenius-Davey, Gibson ve ikincil polinom modellerinden elde edilen regresyon katsayıları (R^2) sırası ile 0,894 - 0,993, 0,819 - 0,999 ve 0,879 - 0,938 aralıklarında bulunmuştur. *A. niger* agg. izolatları için ise R^2 değerleri Arrhenius-Davey, Gibson ve ikinci dereceden polinom modelleri için sırası ile 0,949 - 0,994, 0,853 - 0,999 ve 0,952 - 0,973 aralığında

değişmiştir. Hesaplanan yüksek R^2 değerleri ve düşük hata kareler ortalamalarının yanı sıra, modellerden tahminlenen gelişme hızı ve lag fazı süreleri ile deneysel olarak belirlenen gelişme hızı ve lag fazı sürelerinin eşitlik çizgisi etrafında homojen dağılım göstermesi de kullanılan modellerin uygunluğunu göstermiştir.

Gıda güvenliği açısından kilit nokta mikotoksin varlığıdır. Bununla birlikte küf gelişmesi mikotoksin üretimine göre daha geniş sıcaklık ve su aktivitesi aralığında gerçekleştiğinden ayrıca OTA oluşumu ve *A. section Nigri* gelişimi için optimum koşullar farklılık gösterdiğinden küf gelişmesi ve toksin üretimi arasında doğrudan bir ilişki bulunmamaktadır. Ancak fungal gelişmenin önlenmesi ile mikotoksin oluşumu da önlenabilir. Bu nedenle yapılan çalışmada elde edilen modellerden faydalanarak kuru incirde *A. carbonarius* ve *A. niger* agg. gelişmesinin kontrol edilebileceği ve kurutma, işleme, depolama aşamalarında yeni stratejiler geliştirilerek küf gelişmesinin, böylelikle de mikotoksin oluşumunun engellenebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abarca, M. L., Bragulat, M. R., Castella, G., Cabanes, F. J.** (1994). Ochratoxin A production by strains of *Aspergillus niger* var. *Niger*, *Applied and Environmental Microbiology*, 60, 2650–2652.
- Abarca, M.L., Accensi, F., Bragulat, M.R., Castellá, G., Cabañes, F.J.** (2003). *Aspergillus carbonarius* as the main source of ochratoxin A contamination in dried vine fruits from the Spanish market. *Journal of Food Protection* 66, 504–506.
- Abarca, M.L., Accensi, F., Cano, J., Cabañes, F.J.** (2004). Taxonomy and significance of black aspergilli, *Antonie van Leeuwenhoek*, 86, 33-49.
- Adams, M. R., Moss, M. O.** (2008) Food Microbiology. 3rd edition. RSC Publishing, Cambridge, UK.
- Alborch, L., Bragulat, M. R., Abarca, M. L., Cabañes, F. J.** (2011). Temperature and incubation time effects on growth and ochratoxin A production by *Aspergillus sclerotioniger* and *Aspergillus laticoffeatus* on culture media, *Letters in Applied Microbiology*, 52: 3, 208–212.
- Amézqueta, S., Schorr-Galindo, S., Murillo-Arbizu, M., González-Peñas, E., López de Cerain, A., Guiraud, J. P.** (2012). OTA-producing fungi in foodstuffs: A review, *Food Control* 26, 259-268.
- Armando, M. R., Dogi, C.A., Poloni, V., Rosa, C. A. R., Dalcero, A. M., Cavaglieri, L. R.** (2013). In vitro study on the effect of *Saccharomyces cerevisiae* strains on growth and mycotoxin production by *Aspergillus carbonarius* and *Fusarium graminearum*, *International Journal of Food Microbiology*, 161, 182–188.
- Astoreca, A., Magnoli, C., Ramirez, M.L., Combina, M., Dalcero, A.** (2007a). Water activity and temperature effects on growth of *Aspergillus niger*, *A. awamori* and *A. carbonarius* isolated from different substrates in Argentina, *International Journal of Food Microbiology*, 119, 314–318
- Astoreca, A., Magnoli, C., Barberis, C., Chiacchiera, S. M., Combina, M., Dalcero, A.** (2007b). Ochratoxin A production in relation to ecophysiological factors by *Aspergillus* section *Nigri* strains isolated from different substrates in Argentina. *Sci. Total Environ.*, 388, 16–23.
- Astoreca, A., Barberis, C., Magnoli, C., Combina, M., Dalcero, A.** (2009a). Ecophysiological factor effect on growth rate, lag phase and ochratoxin A production by *Aspergillus niger* aggregate strains on irradiated peanut seeds, *International Journal of Food Microbiology* 129, 131–135.
- Astoreca, A., Barberis, C., Magnoli, C., Combina, M., Dalcero, A.** (2009b).

Influence of ecophysiological factors on growth, lag phase and ochratoxin A production by *Aspergillus niger* aggregate strains in irradiated corn grains, *International Journal of Food Microbiology* 129, 174–179

- Astoreca, A. L., Magnoli, C. E., Dalcero, A. M.** (2010a). Ecophysiology of *Aspergillus* Section *Nigri* Species Potential Ochratoxin A Producers, *Toxins*, 2, 2593-2605
- Astoreca, A.; Magnoli, C.; Barberis, C.; Combina, M.; Dalcero, A.** (2010b) Growth and ochratoxin A production by *Aspergillus niger* group strains in coffee beans in relation to environmental factors. *World Mycotoxin J.*, 3, 59–65.
- Astoreca, A., Vaamonde, G., Dalcero, A., Ramos, A. J., Marín, S.** (2012). Modelling the effect of temperature and water activity of *Aspergillus flavus* isolates from corn, *International Journal of Food Microbiology*, 156, 60–67.
- Baert, K., Valero, A., De Meulenaer, B., Samapundo, S., Ahmed, M. M., Li, B., Debevere, J., Devlieghere, F.** (2007). Modelling the effect of temperature on the growth rate and lag phase of *Penicillium expansum* in apples, *Int. J. Food Microbiol.*, 118, 139-150.
- Baert, K., Devlieghere, F., Bo, L., Debevere, J., De Meulenaer, B.** (2008). The effect of inoculum size on the growth of *Penicillium expansum* in apples, *Food Microbiol.*, 1, 212-217.
- Baranyi, J., Roberts, T. A.** (1994). A dynamic approach to predicting bacterial growth in food, *Int. J. Food Microbiol.*, 23, 277–294.
- Barberis, C., Astoreca, A., Asili, R., Fernandez-Juri, G., Chulze, S., Magnoli, C., Dalcero, A.** (2009). In vitro control of growth and ochratoxin A production by butylated hydroxyanisole in *Aspergillus* section *Nigri* species, *Food Control*, 20, 709–715.
- Battilani, P., Pietri, A.** (2002). Ochratoxin A in grapes and wine. *European Journal of Plant Pathology* 108, 639–643.
- Battilani, P., Giorni, P., Pietri, A.** (2003). Epidemiology of Toxin-Producing Fungi and Ochratoxin a Occurrence in Grape, *European Journal of Plant Pathology*, 109, 715-722.
- Battilani, P., Magan, N., Logrieco, A.** (2006a). European research on ochratoxin A in grapes and wine, *Int. J. Food Microbiol.*, 111, 2–4.
- Battilani, P., Barbano, C., Marin, S., Sanchis, V., Kozakiewicz, Z., Magan, N.** (2006b). Mapping of *Aspergillus* section *Nigri* in Southern Europe and Israel based on geostatistical analysis, *International Journal of Food Microbiology*, 111, 72–82.
- Baudrimont, I., Betbeder, A., M., Gharbi, A., Pfohl-Leszkowicz, A., Dirheimer, G., Creppy, E., E.** (1994). Effect of superoxide dismutase and catalase on the nephrotoxicity induced by subchronical administration of ochratoxin A in rats, *Toxicology*, 89, 101–11.

- Bellí, N., Marín, S., Sanchis, V., Ramos, A.J.** (2002) Ochratoxin A (OTA) in wines, musts and grape juices: occurrence, regulations and methods of analysis, *Food Science and Technology International*, 8, 325–335.
- Bellí, N., Ramos, A.J., Sanchis, V., Marín, S.** (2004a) Incubation time and water activity effects on ochratoxin A production by *Aspergillus* section *Nigri* strains isolated from grapes, *Letters in Applied Microbiology*, 38, 72–77.
- Bellí, N., Ramos, A.J., Sanchis, V., Marín, S.** (2004b). Influence of water activity and temperature on growth of isolates of *Aspergillus* section *Nigri* obtained from grapes, *International Journal of Food Microbiology*, 96, 19–27.
- Bellí, N., Ramos, A. J., Coronas, I., Sanchis, V., Marín, S.** (2005). *Aspergillus carbonarius* growth and ochratoxin A production on a synthetic grape medium in relation to environmental factors, *Journal of Applied Microbiology*, 98, 839–844.
- Bellí, N., Ramos, A.J., Sanchis, V., Marín, S.** (2006). Effect of photoperiod and day-night temperatures simulating field conditions on growth and ochratoxin A production of *Aspergillus carbonarius* strains isolated from grapes. *Food Microbiol.*, 23, 622–627.
- Bellí, N.** (2006). Ecophysiology of ochratoxigenic moulds.
- Bleve, G., Grieco, F., Cozzi, G., Logrieco, A., Visconti, A.** (2006). Isolation of epiphytic yeasts with potential for biocontrol of *Aspergillus carbonarius* and *A. niger* on grape, *International Journal of Food Microbiology*, 108, 204–209.
- Bragulat, M.R., Abarca, M.L., Cabañes, F.J.** (2001). An easy screening method for fungi producing ochratoxin A in pure culture, *International Journal of Food Microbiology*, 71, 139–144.
- Cabrera, H. P., Taniwaki, M. H., Hashimoto, J. M., Menezes, H. C.** (2005). Growth of *Aspergillus ochraceus*, *A. carbonarius* and *A. niger* on culture media at different water activities and temperatures. *Brazilian Journal of Microbiology*, 36, 24–28
- Chiotta, M. L., Ponsone, M. L., Combina, M., Torres, A. M., Chulze, S. N.** (2009) *Aspergillus* section *Nigri* species isolated from different wine-grape growing regions in Argentina, *International Journal of Food Microbiology*, 136, 137–141
- Dantigny, P., Guilmar, A., Bensoussan, M.** (2005). Basis of predictive mycology, *International Journal of Food Microbiology*, 100, 187–196.
- Davies, K. W.** (1993). Design of experiments for predictive microbial modeling, *J. Ind. Microbiol.*, 12, 295–300.
- Djossou, O., Perraud-Gaime, I., Lakhal-Mirleau, F., Rodriguez-Serrano, G., Karou, G., Niamke, S., Ouzari, I., Boudabous, A., Roussos, S.** (2011). Robusta coffee beans post-harvest microflora: *Lactobacillus plantarum* sp. As potential antagonist of *Aspergillus carbonarius*, *Anaerobe*, 17, 267–272.

- EC (2010). Commission regulation 1881/2006 of February 5, 2010, setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards ochratoxin A, *Official Journal European Union*, L 35/8.
- EC (2006). Commission regulation 1881/2006 of December 19, 2006, setting maximum levels for certain contaminanatsin foodstuff, *Official Journal European Community*, 364, 16.
- Efstathios, Z., Chelonas, P. S., Chatzipavlidis, I., Nychas, C. J. E. (2010). Modelling the effect of temperature and water activity on the growth rate and growth/no growth interface of *Byssoschlamys fulva* and *Byssoschlamys nivea*, *Food Microbiology*, 27:5, 618–627.
- Eltem, R., Taşkın, E. (2005). *Aspergillus* section *Nigri*'nin Filogenetik Taksonomisi, Türkiye'de Mikotoksin Çalışmaları, II Ulusal Mikotoksin Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 48-54. Edts. Heperkan, D., Kaya, G. D., Güler, F. K., İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye (23- 24 Mayıs 2005).
- Esteban, A., Abarca, M. L., Bragulat, M. R., Cabañes, F. J. (2004). Effects of temperature and incubation time on production of ochratoxin A by black aspergilli, *Res. Microbiol.*, 155, 861–866.
- Esteban, A., Abarca, M. L., Bragulat, M. R., Cabanes, F. J. (2005). Influence of pH and incubation time on ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius* in culture media, *J. Food Prot.*, 68, 1435–1440.
- Esteban, A., Abarca, M. L., Bragulat, M. R., Cabañes, F. J. (2006a) Study of the effect of water activity and temperature on ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius*, *Food Microbiol.*, 23, 634–640.
- Esteban, A., Abarca, M. L., Bragulat, M. R., Cabañes, F. J. (2006b). Effect of water activity on ochratoxin A production by *Aspergillus niger* aggregate species, *Int. J. Food Microbiol.*, 108, 188–195.
- Esteban, A., Abarca, M. L., Bragulat, M. R., Cabañes, F. J. (2006). Effect of water activity on ochratoxin A production by *Aspergillus niger* aggregate species, *International Journal of Food Microbiology*, 108, 188–195.
- Frisvad, J. C., Frank, J. M., Houbraken, J. A. M., Kuijpers, A. F., Samson, R. A. (2004). New ochratoxin A producing species of *Aspergillus* section *Circumdati*, *Studies in Mycology*, 50, 23–43.
- Frisvad, J. C., Smedsgaard, J. J., Samson, R. A., Larsen, T. O., Thrane, U. (2007). Fumonisin B2 production by *Aspergillus niger*, *J Agricult Food Chem.*, 55:23, 9727–9732.
- Garcia, D., Garcia-Cela, E., Ramos, A. J., Sanchis, V., Marín, S. (2009). Predicting mycotoxins in foods: A review, *Food Microbiology*, 26, 757–769.
- Garcia, D., Garcia-Cela, E., Ramos, A. J., Sanchis, V., Marín, S. (2010). Modelling mould growth under suboptimal environmental conditions and inoculum size, *Food Microbiology*, 27, 909-917.
- Garcia, D., Garcia-Cela, E., Ramos, A. J., Sanchis, V., Marín, S. (2011a). Mould growth and mycotoxin production as affected by *Equisetum arvense*

- and *Stevia rebaudiana* extracts, *Food Control*, 22, 1378-1384.
- Garcia, D., Ramos, A. J., Sanchis, V., Marin, S.** (2011b). Is intraspecific variability of growth and mycotoxin production dependent on environmental conditions? A study with *Aspergillus carbonarius* isolates. *International Journal of Food Microbiology*, 144, 432–439
- García-Cela, E., Gil-Serna, J., Marín, S., Acevedo, H., Patiño, B., Ramos, A. J.** (2012). Effect of preharvest anti-fungal compounds on *Aspergillus steynii* and *A. carbonarius* under fluctuating and extreme environmental conditions, *International Journal of Food Microbiology*, 159, 167–176.
- Geeraerd, A. H., Herremans, C. H., Cenens, C., Van Impe, J. F.** (1998). Application of artificial neural networks as a non-linear modular modeling technique to describe bacterial growth in chilled food products, *International Journal of Food Microbiology*, 44, 49– 68.
- Gelderblom, W. C. A., Sewram, V., Shephard, G. S., Snijman, P. W., Tenza, K., van der Westhuizen, L., Vleggaar, R.** (2007). Structure and natural occurrence of stereoisomers of the fumonisin B series mycotoxins, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 4388–4394.
- Gibson, A. M., Baranyi, J., Pitt, I. J., Eyles, M. J., Roberts, T. A.** (1994). Predicting fungal growth: the effect of water activity on *Aspergillus flavus* and related species, *Int. J. Food Microbiol.*, 23, 419–431.
- Gibson, A. M., Hocking, A. D.** (1997). Advances in the predictive modelling of fungal growth in food, *Trends Food Sci. Technol.*, 8, 353–358.
- Gougouli, M., Koutsoumanis, K. P.** (2010). Modelling growth of *Penicillium expansum* and *Aspergillus niger* at constant and fluctuating temperature conditions, *International Journal of Food Microbiology*, 140, 254–262
- IARC** (1993) International Agency for Research on Cancer. In: Ochratoxin, A. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Human vol. 56. Some Naturally Occurring Substances: Food Items and Constituents, Heterocyclic Aromatic Amines and Mycotoxins. IARC press, Lyon, France.
- JECFA** (2001) Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Safety evaluation of certain mycotoxins in foods. WHO Food Additives Series 47, World Health Organization, Geneva.
- Jiang, C., Shi, J., Zhu, C.** (2013). Fruit spoilage and ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius* in the berries of different grape cultivars, *Food Control*, 30, 93-100.
- Karbancıoğlu-Güler, F.** (2008). İncirde Ochratoxin A ve fumonisin oluşumunun incelenmesi. Doktora Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kapetanakou, A. E., Panagou, E. Z., Gialitaki, M., Drosinos, E. H., Skandamis, P. N.** (2009). Evaluating the combined effect of water activity, pH and temperature on ochratoxin A production by *Aspergillus ochraceus* and *Aspergillus carbonarius* on culture medium and Corinth raisins, *Food Control*, 20, 725–732

- Krska R., Molinelli, A.** (2007). Mycotoxin analysis: state-of-the-art and future trends, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 387, 145–148.
- Lahlali, R., Serrhini, M. N., Friel, D., Jijakli, M. H.** (2007). Predictive modelling of temperature and water activity (solutes) on the in vitro radial growth of *Botrytis cinerea* Pers., *International Journal of Food Microbiology*, 114, 1–9.
- Lasram, S., Oueslati, S., Valero, A., Marin, S., Ghorbel, A. and Sanchis, V.** (2010). Water Activity and Temperature Effects on Fungal Growth and Ochratoxin A Production by Ochratoxigenic *Aspergillus carbonarius* Isolated from Tunisian Grapes, *Journal of Food Science*, Vol. 75: 2.
- Lazzaro, I., Falavigna, C., Dall'Asta, C., Proctor, R. H., Galaverna, G., Battilani, P.** (2012). Fumonisin B, A and C profile and masking in *Fusarium verticillioides* strains on fumonisin-inducing and maize-based media, *International Journal of Food Microbiology*, 159, 93–100.
- Leistner, L., Rödel, W.** (1976). Inhibition of microorganisms in foods by water activity. In: *Inhibition and inactivation of vegetative microbes*. Skinner, F.A. and Hugo, W.B. (eds.). Academic Press, London, UK, 219–237.
- Leong, S. L., Hocking, A. D., Scott, E. S.** (2006). Effect of temperature and water activity on growth and ochratoxin A production by Australian *Aspergillus carbonarius* and *A. niger* isolates on a simulated grape juice medium, *International Journal of Food Microbiology*, 110, 209–216.
- Lobeau, M., De Saeger, S., Sibanda, L., Barna-Vetro and I., Van Peteghem, C.** (2005). Development of a new clean-up tandem assay column for the detection of ochratoxin A in roasted coffee, *Analytica Chimica Acta*, 538, 57–61.
- Logrieco, A., Bottalico, A., Mule, G., Moretti, A., Perrone, G.** (2003). Epidemiology of toxigenic fungi and their associated mycotoxins for some Mediterranean crops, *Eur J Plant Pathol.*, 109, 645–667.
- López-Malo, A., Alzamora, S. M., Guerrero, S.** (2000). Natural antimicrobials from plants. Minimally Processed Fruit and Vegetables. Fundamental Aspect and Application. AP, Aspen Publishers, Gaithersburg, pp. 237–264.
- Magan, N., Lacey, J.** (1984). Effect of temperature and pH on water relations of field and storage fungi, *Transactions British Mycological Society* 82, 71–81
- Magan, N., Olsen, M.** (2004). Mycotoxins in food: Detection and Control. Woodhead Publishing, Cambridge, England.
- Magan, N., Aldred, D.** (2007). Post-harvest control strategies: minimizing mycotoxins in the food chain, *International Journal of Food Microbiology*, 119, 131–139.
- Magnoli, C., Violanta, M., Combina, M., Palacia, G., Dalcero, A.** (2003).

Mycoflora and ochratoxin-producing strains of *Aspergillus* section *Nigri* in wine grapes in Argentina, *Letters in Applied Microbiology*, 37, 179–184.

- Marin, S., Sanchis, V., Ramos, A. J., Magan, N.** (1998) Ecological determinants for germination and growth of spoilage fungi from maize, *Journal of Applied Microbiology*, 84, 25–36.
- Marín, S., Sanchis, V., Sanz, D., Castel, I., Ramos, A., Canela, R.** (1999). Control of growth and fumonisin B1 production by *Fusarium verticilloides* and *Fusarium proliferatum* isolates in moist maize with propionate preservatives, *Food Additives and Contaminants*, 16, 555–563.
- Marin, S., Cuevas, D., Ramos, A. J., Sanchis, V.** (2008a). Fitting of colony diameter and ergosterol as indicators of food borne mould growth to known growth models in solid medium, *Int. J. Food Microbiol.*, 121, 139–149.
- Medina, A., Mateo, E. M., Valle-Algarra, F. M., Mateo, F., Mateo, R., Jiménez, M.** (2008). Influence of nitrogen and carbon sources on the production of ochratoxin A by ochratoxigenic strains of *Aspergillus* spp. isolated from grapes, *International Journal of Food Microbiology*, 122, 93–99.
- Membre', J. M., Lambert, R. J. W.** (2008). Application of predictive modelling techniques in industry: from food design up to risk assessment, *Int. J. Food Microbiol.*, 128, 10–15.
- Mitchell, D., Aldred, D., Magan, N.** (2003). Impact of ecological factors on the growth and ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius* from different regions of Europe, *Aspects of Applied Biology*, 68.
- Mitchell, D., Parra, R., Aldred, D., Magan, N.** (2004). Water and temperature relations of growth and ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius* strains from grapes in Europe and Israel, *Journal of Applied Microbiology*, 97, 439–445.
- Mogensen, L. M., Frisvad, J. C., Thrane, U., Nielsen, K. F.** (2010). Production of Fumonisin B2 and B4 by *Aspergillus niger* on grapes and raisins, *J. Agric. Food Chem.*, 58, 954–958.
- Moss, M. O., Frank, M.** (1987). Prevention, effects of biocides and other agents on mycotoxin production. In: *Natural toxicants in foods*. Watson, D.H. (ed.). Ellis, Horwood, Chichester, England, 231–251.
- Nampoothiri, K. M., Baiju, T. V., Sandhya, C., Sabu, A., Szakacs, G., Pandey, A.** (2004). Process optimization for antifungal chitinase production by *Trichoderma harzianum*, *Process Biochemistry*, 39, 1583–1590.
- Nielsen, K. F., Mogensen, J. M., Johansen, M., Larsen, T. O., Frisvad, J. C.** (2009) Review of secondary metabolites and mycotoxins from the *Aspergillus niger* group *Anal Bioanal Chem*, 395, 1225–1242.
- Noonim, P., Mahakarnchanakulb, W., Nielsend, K. F., Frisvadd, J. C., Samson, R. A.** (2009). Fumonisin B2 production by *Aspergillus niger* from Thai coffee beans, *Food Additives and Contaminants*, 26: 01, 94–100.
- Palumbo, J. D., O'Keeffe, T. L., Mahoney, N.E.** (2007). Inhibition of ochratoxin A production and growth of *Aspergillus* species by phenolic antioxidant

compounds, *Mycopathologia*, 164, 241–248.

- Pardo, E., Ramos, A.J., Sanchis, V. and Marin, S.** (2005) Modelling the effects of water activity and temperature on germination and growth of ochratoxigenic isolates of *Aspergillus carbonarius* on a green coffee-based medium, *Int J Food Microbiol*, 98, 1–9.
- Parra, R., Magan, N.** (2004). Modelling the effect of temperature and water activity on growth of *Aspergillus niger* strains and applications for food spoilage moulds, *Journal of Applied Microbiology*, 97, 429–438.
- Passone, M. A., Resnik, S. L., Etcheverry, M. G.** (2005). In vitro effect of phenolic antioxidants on germination, growth and aflatoxin B accumulation by peanut *Aspergillus section Flavi*, *J Appl Microbiol.*, 99:3, 682–91.
- Paster, N., Lisker, N., Chet, I.** (1983). Ochratoxin production by *Aspergillus flavus* Wilhem grown under controlled atmospheres, *Appl. Env. Microbiol.*, 45, 1136–1139.
- Patel, S., Hazel, C.M., Winterton, A.G.M., Gleadle, A.E.** (1997). Survey of ochratoxin A in UK retail coffees, *Food Additives and Contaminants*, 14, 217–222
- Pateraki, M., Dekanea, A., Mitchell, D., Lydakis, D., Magana, N.** (2007). Influence of sulphur dioxide, controlled atmospheres and water availability on in vitro germination, growth and ochratoxin A production by strains of *Aspergillus carbonarius* isolated from grapes, *Postharvest Biology and Technology*, 44, 141–149
- Patharajan, S., Karthikeyan, V., Reddy, K. R. N., Spadaro, D.** (2011). Potential of Ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius* strains isolated from grapes at different environmental factors, *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 44: 18, 1802- 1814.
- Perrone, G., Susca, A., Cozzi, G., Ehrlich, K., Varga, J., Frisvad, J.C., Meijer, M., Noonim, P., Mahakarnchanakul, W., Samson, R.A.** (2007). Biodiversity of *Aspergillus* species in some important agricultural products, *Stud. Mycol.*, 59, 53–66.
- Petersson, S., Hansen, M. W., Axberg, K., Hult, K., Schnurer, J.** (1998). Ochratoxin A accumulation in cultures of *Penicillium verrucosum* with the antagonist yeast *Picchia anomala* and *Saccharomyces cerevisiae*, *Mycological Research*, 102, 1003–1008.
- Pitt, J.I., Hocking, A.D.** (2009). Fungi and Food Spoilage. 3rd edition, *Springer Dordrecht Heidelberg*, London, New York.
- Ponsone, M. L., Chiotta, M. L., Combina, M., Dalcero, A., Chulze, S.** (2011). Biocontrol as a strategy to reduce the impact of ochratoxin A and *Aspergillus section Nigri* in grapes, *International Journal of Food Microbiology*, 151, 70–77.
- Oueslati, S., Lasram, S., Ramos, A.J., Marin, S., Mliki, A., Sanchis, V., Ghorbel, A.** (2010). Alternating temperatures and photoperiod effects on fungal growth and ochratoxin A production by *Aspergillus carbonarius* isolated from Tunisian grapes. *Int. J. Food Microbiol.*, 139, 210–213.

- Rasooli, I., Rezaei, M. B., Allameh, A.** (2006). Growth inhibition and morphological alterations of *Aspergillus niger* by essential oils from *Thymus eriocalyx* and *Thymus x-porlock*, *Food Control*, 17, 359–364.
- Ratkowsky, D., Lowry, R. K., McMeekin, T. A., Stokes, A. N., Chandler, R. E.** (1983). Model for bacterial culture growth rate throughout the entire biokinetic temperature range, *J. Bacteriol.*, 154, 1222–1226.
- Rheeder, J. P., Marasas, W. O., Vismer, H. F.** (2002). Production of fumonisin analogs by *Fusarium* species, *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 2101–2105.
- Romero, S.M., Patriarca, A., Pinto, V. F., Vaamonde, G.** (2007). Effect of water activity and temperature on growth of ochratoxigenic strains of *Aspergillus carbonarius* isolated from Argentinean dried vine fruits, *International Journal of Food Microbiology*, 115, 140–143.
- Rosso, L., Lobry, J. R., Bajard, S., Flandrois, J. P.** (1993). An unexpected correlation between cardinal temperatures of microbial growth highlighted by a new model, *J. Theor. Biol.*, 162, 447–463.
- Rosso, L., Robinson, T. P.** (2001). A cardinal model to describe the effect of water activity on the growth of moulds, *Int. J. Food Microbiol*, 63, 265–273.
- Samapundo, S., Devlieghere, F., De Meulenaer, B., Geeraerd, A. H., Van Impe, J. F., Debevere, J. M.** (2005). Predictive modelling of the individual and combined effect of water activity and temperature on the radial growth of *Fusarium verticilliodes* and *F. proliferatum* on corn, *International Journal of Food Microbiology*, 105, 35–52.
- Samapundo, S., Devlieghere, F., Geeraerd, A.H., De Meulenaer, B., Van Impe, J.F., Debevere, J.** (2007). Modelling of the individual and combined effects of water activity and temperature on the radial growth of *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus* on corn, *Food Microbiology*, 24, 517–529.
- Samson, R.A., Houbaken, Jos A. M. P., Kuijpers, A.F.A., Frank, J. M., Frisvad, J. C.** (2004). New ochratoxin A or sclerotium producing species in *Aspergillus* section *Nigri*, *Studies in mycology*, 50, 45–61.
- Samson, R. A, Noonim, P., Meijer, M., Houbaken, J., Frisvad, J. C., Varga, J.** (2007). Diagnostic tools to identify black *Aspergilli*, *Studies in Mycology*, 59, 129–146.
- Selouane, A., Bouya, D., Lebrihi, A., Decock, C., Bouseta, A.** (2009). Impact of some environmental factors on growth and production of ochratoxin A of/by *Aspergillus tubingensis*, *A. niger*, and *A. carbonarius* isolated from Moroccan grapes. *J. Microbiol.*, 47, 411–419.
- Silva, D. M., Batista, L. R., Rezende, E. F., Fungaro, M. H. P., Sartori, D., Alves, E.** (2011). Identification of fungi of the genus *Aspergillus* section *nigri* using polyphasic taxonomy, *Brazilian Journal of Microbiology*, 42, 761–773.
- Spadaro, D., Patharajan, S., Lore, A., Gullino, M. L., Garibaldi, A.** (2010). Effect of pH, water activity and temperature on the growth and

accumulation of ochratoxin A produced by three strains of *Aspergillus carbonarius* isolated from Italian vineyards, *Phytopathol. Mediterr.*, 49, 65–73.

- Su-lin Leong, L., Hocking, A. D., Scott, E. S.** (2006). Effect of temperature and water activity on growth and ochratoxin A production by Australian *Aspergillus carbonarius* and *A. niger* isolates on a simulated grape juice medium, *International Journal of Food Microbiology*, 110, 209–216.
- Sutherland, J. P., Bayliss, A. J., Braxton, D. S.** (1995). Predictive modelling of growth of *Escherichia coli* O157:H7: the effects of temperature, pH and sodium chloride, *International Journal of Food Microbiology*, 25, 29–49.
- Tassou, C. C., Panagou, E. Z., Natskoulis, P., Magan, N.** (2007). Modelling the effect of temperature and water activity on the growth of two ochratoxigenic strains of *Aspergillus carbonarius* from Greek wine grapes, *J. Appl. Microbiol.*, 103, 2267–2276.
- Tassou, C. C., Panagou, E. Z., Samaras, F. J., Galiatsatou, P., Mallidis, C. G.** (2008). Temperature-assisted high hydrostatic pressure inactivation of *Staphylococcus aureus* in a ham model system: evaluation in selective and nonselective medium, *J. Appl. Microbiol.*, 104, 1764–1773.
- Te Giffel, M. C., Zwietering, M. H.** (1999). Validation of predictive models describing the growth of *Listeria monocytogenes*, *International Journal of Food Microbiology*, 46, 135–149.
- Teren, J., Varga, J., Hamari, Z., Rinyu, E., Kevei, F.** (1996). Immunochemical detection of ochratoxin A in black *Aspergillus* strains. *Mycopathologia*, 134, 171–176.
- TGK** (2011). Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. Yayımlandığı Resmi Gazete, 29.12.2011-28157.
- Valero, A., Sanchis, V., Ramos, A. J., Marin, S.** (2007). Studies on the interaction between grape-associated filamentous fungi on a synthetic medium, *International Journal of Food Microbiology*, 113, 271–276.
- Varga, J., Kevei, F., Hamari, Z., Tóth, B., Téren, J.** (2000). Genotypic and phenotypic variability among black *Aspergilli*. In: *Integration of modern taxonomic methods for Penicillium and Aspergillus classification*. (Samson RA, Pitt JI, eds). Amsterdam, Harwood Academic Publishers: 397–411.
- Varga, J., Kocsubé, S., Suri, K., Szigeti, G., Szekeres, A., Varga, M., Tóth, B., Bartók, T.** (2010). Fumonisin contamination and fumonisin producing black *Aspergilli* in dried vine fruits of different origin, *International Journal of Food Microbiology*, 143, 143–149.
- Vats, P., Banerjee, U. C.** (2002). Studies on the production of phytase by a newly isolated strain of *Aspergillus niger* var *teigham* obtained from rotten wood-logs, *Process Biochemistry*, 38, 211 – 217.
- Wheeler, K. A., Hurdman, B. F., Pitt, J. I.** (1991). Influence of pH on the growth of some toxigenic species of *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium*,

International Journal of Food Microbiology 12, 141-150.

Zwietering, M. H., Jongenburger, I., Rombouts, F.M., Van't Riet, K. (1990). Modelling of bacterial growth curve, *Appl. Environ. Microbiol.*, 56, 1875–1881.

EKLER

EK A: Varyans Analiz Çizelgeleri.

EK A : Varyans Analiz Çizelgeleri

Çizelge A.1 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	475,1826	95,0365	45008,58	0,000
Hata	18	0,0380	0,0021		
Toplam	23	475,2206			

Çizelge A.2 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	975,1300	195,0260	23856,98	0,000
Hata	18	0,1471	0,0082		
Toplam	23	975,2772			

Çizelge A.3 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	447,7648	89,5530	7844,68	0,000
Hata	18	0,2055	0,0114		
Toplam	23	447,9703			

Çizelge A.4 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	156,4916	31,2983	335818,84	0,000
Hata	18	0,0017	0,0001		
Toplam	23	156,4933			

Çizelge A.5 : 0,85 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	36,58453	7,31691	2613180,43	0,000
Hata	18	0,00005	0,00000		
Toplam	23	36,58458			

Çizelge A.6 : 40°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	770,4057	192,6014	12527,49	0,000
Hata	15	0,2306	0,0154		
Toplam	19	770,6363			

Çizelge A.7 : 35°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	1513,514	378,379	85699,67	0,000
Hata	15	0,066	0,004		
Toplam	19	1513,581			

Çizelge A.8 : 30°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	771,4722	192,8680	75264,76	0,000
Hata	15	0,0384	0,0026		
Toplam	19	771,5106			

Çizelge A.9 : 25°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	593,5338	148,3834	86182,76	0,000
Hata	15	0,0258	0,0017		
Toplam	19	593,5596			

Çizelge A.10 : 20°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	400,8043	100,2011	371577,48	0,000
Hata	15	0,0040	0,0003		
Toplam	19	400,8083			

Çizelge A.11 : 15°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	79,10835	19,77709	10900,65	0,000
Hata	15	0,02721	0,00181		
Toplam	19	79,13557			

Çizelge A.12 : *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	3481,58	870,395	199649,45	0,000
Sıcaklık	5	1443,90	288,779	66239,54	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	647,26	32,363	7423,34	0,000
Hata	90	0,39	0,004		
Toplam	119	5573,13			

Çizelge A.13 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	405,0810	81,0162	2872,86	0,000
Hata	18	0,5076	0,0282		
Toplam	23	405,5886			

Çizelge A.14 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	743,984	148,797	688,05	0,000
Hata	18	3,893	0,216		
Toplam	23	747,877			

Çizelge A.15 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	383,3610	76,6722	1460,00	0,000
Hata	18	0,9453	0,0525		
Toplam	23	384,3063			

Çizelge A.16 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	115,1640	23,0328	881,30	0,000
Hata	18	0,4704	0,0261		
Toplam	23	115,6344			

Çizelge A.17 : 0,85 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	13,62344	2,72469	327,21	0,000
Hata	18	0,14989	0,00833		
Toplam	23	13,77333			

Çizelge A.18 : 40°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	352,9164	88,2291	3700,86	0,000
Hata	15	0,3576	0,0238		
Toplam	19	353,2741			

Çizelge A.19 : 35°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	1181,849	295,462	2017,17	0,000
Hata	15	2,197	0,146		
Toplam	19	1184,046			

ÇizelgeA.20 : 30°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	767,143	191,786	1414,34	0,000
Hata	15	2,034	0,136		
Toplam	19	769,177			

Çizelge A.21 : 25°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	403,6665	100,9166	1267,89	0,000
Hata	15	1,1939	0,0796		
Toplam	19	404,8604			

Çizelge A.22 : 20°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	300,1104	75,0276	14662,99	0,000
Hata	15	0,0768	0,0051		
Toplam	19	300,1872			

Çizelge A.23 : 15°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	81,09086	20,27272	2856,79	0,000
Hata	15	0,10644	0,00710		
Toplam	19	81,19731			

Çizelge A.24 : *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	2607,22	651,806	9833,09	0,000
Sıcaklık	5	1181,66	236,332	3565,29	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	479,55	23,978	361,72	0,000
Hata	90	5,97	0,066		
Toplam	119	4274,40			

Çizelge A.25 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	391,4140	78,2828	2181,10	0,000
Hata	18	0,6460	0,0359		
Toplam	23	392,0600			

Çizelge A.26 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	653,3485	130,6697	1949,79	0,000
Hata	18	1,2063	0,0670		
Toplam	23	654,5548			

Çizelge A.27 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	446,2631	89,2526	2649,09	0,000
Hata	18	0,6065	0,0337		
Toplam	23	446,8696			

Çizelge A.28 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	134,6403	26,9281	356,06	0,000
Hata	18	1,3613	0,0756		
Toplam	23	136,0016			

Çizelge A.29 : 0,85 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	11,1589	2,2318	173,83	0,000
Hata	18	0,2311	0,0128		
Toplam	23	11,3900			

Çizelge A.30 : 40°C’de *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	316,3215	79,0804	1868,59	0,000
Hata	15	0,6348	0,0423		
Toplam	19	316,9563			

Çizelge A.31 : 35°C’de *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	1038,639	259,660	4581,75	0,000
Hata	15	0,850	0,057		
Toplam	19	1039,489			

Çizelge A.32 : 30°C’de *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	751,859	187,965	1791,36	0,000
Hata	15	1,574	0,105		
Toplam	19	753,433			

Çizelge A.33 : 25°C’de *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	503,3076	125,8269	2113,64	0,000
Hata	15	0,8930	0,0595		
Toplam	19	504,2006			

Çizelge A.34 : 20°C’de *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	374,3932	93,5983	15739,23	0,000
Hata	15	0,0892	0,0059		
Toplam	19	374,4824			

Çizelge A.35 : 15°C’de *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	75,21602	18,80400	27658,15	0,000
Hata	15	0,01020	0,00068		
Toplam	19	75,22622			

Çizelge A.36 : *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	2626,79	656,697	14588,97	0,000
Sıcaklık	5	1203,88	240,776	5348,99	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	432,95	21,647	480,91	0,000
Hata	90	4,05	0,045		
Toplam	119	4267,66			

Çizelge A.37 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	701,1358	140,2272	5749,77	0,000
Hata	18	0,4390	0,0244		
Toplam	23	701,5748			

Çizelge A.38 : 0,97su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	1007,368	201,474	8863,59	0,000
Hata	18	0,409	0,023		
Toplam	23	1007,777			

Çizelge A.39 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	537,8971	107,5794	2777,00	0,000
Hata	18	0,6973	0,0387		
Toplam	23	538,5944			

Çizelge A.40 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	149,9857	29,9971	9082,56	0,000
Hata	18	0,0594	0,0033		
Toplam	23	150,0452			

Çizelge A.41 : 0,85 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	27,45816	5,49163	309213,52	0,000
Hata	18	0,00032	0,00002		
Toplam	23	27,45848			

Çizelge A.42 : 40°C’de *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	530,1391	132,5348	24948,42	0,000
Hata	15	0,0797	0,0053		
Toplam	19	530,2188			

Çizelge A.43 : 35°C’de *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	1518,316	379,579	5821,11	0,000
Hata	15	0,978	0,065		
Toplam	19	1519,294			

Çizelge A.44 : 30°C’de *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	1053,682	263,420	10671,71	0,000
Hata	15	0,370	0,025		
Toplam	19	1054,052			

Çizelge A.45 : 25°C’de *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	589,1824	147,2956	17504,38	0,000
Hata	15	0,1262	0,0084		
Toplam	19	589,3087			

Çizelge A.46 : 20°C’de *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	383,0554	95,7639	38074,05	0,000
Hata	15	0,0377	0,0025		
Toplam	19	383,0931			

Çizelge A.47 : 15°C’de *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	76,57286	19,14322	21736,26	0,000
Hata	15	0,01321	0,00088		
Toplam	19	76,58607			

Çizelge A.48 : *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	3386,04	846,511	47461,51	0,000
Sıcaklık	5	1658,94	331,788	18602,43	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	764,90	38,245	2144,30	0,000
Hata	90	1,61	0,018		
Toplam	119	5811,49			

Çizelge A.49 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	410,2640	82,0528	5134,15	0,000
Hata	18	0,2877	0,0160		
Toplam	23	410,5517			

Çizelge A.50 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	610,0464	122,0093	4373,63	0,000
Hata	18	0,5021	0,0279		
Toplam	23	610,5485			

Çizelge A.51 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	373,6415	74,7283	8830,96	0,000
Hata	18	0,1523	0,0085		
Toplam	23	373,7938			

Çizelge A.52 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	121,0853	24,2171	6356,58	0,000
Hata	18	0,0686	0,0038		
Toplam	23	121,1538			

Çizelge A.53 : 0,85 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	22,63772	4,52754	471,99	0,000
Hata	18	0,17267	0,00959		
Toplam	23	22,81039			

Çizelge A.54 : 40°C’de *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	518,2237	129,5559	8169,73	0,000
Hata	15	0,2379	0,0159		
Toplam	19	518,4615			

Çizelge A.55 : 5°C’de *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	979,1427	244,7857	12920,45	0,000
Hata	15	0,2842	0,0189		
Toplam	19	979,4269			

Çizelge A.56 : 30°C’de *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	784,2287	196,0572	11708,41	0,000
Hata	15	0,2512	0,0167		
Toplam	19	784,4799			

Çizelge A.57 : 25°C’de *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	405,7078	101,4270	4358,30	0,000
Hata	15	0,3491	0,0233		
Toplam	19	406,0569			

Çizelge A.58 : 20°C’de *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	285,7239	71,4310	8843,06	0,000
Hata	15	0,1212	0,0081		
Toplam	19	285,8451			

Çizelge A.59 : 15°C’de *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	79,82640	19,95660	6244,37	0,000
Hata	15	0,04794	0,00320		
Toplam	19	79,87434			

Çizelge A.60 : *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	2595,67	648,916	45223,62	0,000
Sıcaklık	5	1121,54	224,308	15632,25	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	457,19	22,859	1593,09	0,000
Hata	90	1,29	0,014		
Toplam	119	4175,68			

Çizelge A.61 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 35X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	251,9548	50,3910	10498118,28	0,000
Hata	18	0,0001	0,0000		
Toplam	23	251,9549			

Çizelge A.62 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 35X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	366,7374	73,3475	4594,52	0,000
Hata	18	0,2874	0,0160		
Toplam	23	367,0247			

Çizelge A.63 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 35X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	153,7783	30,7557	30513,99	0,000
Hata	18	0,0181	0,0010		
Toplam	23	153,7965			

Çizelge A.64 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 35X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	193,3815	38,6763	1585094,09	0,000
Hata	18	0,0004	0,0000		
Toplam	23	193,3819			

Çizelge A.65 : 0,85 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 35X1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	26,84611	5,36922	1560820,31	0,000
Hata	18	0,00006	0,00000		
Toplam	23	26,84617			

Çizelge A.66 : 40°C’de *Aspergillus carbonarius* 35X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	114,6305	28,6576	1100,28	0,000
Hata	15	0,3907	0,0260		
Toplam	19	115,0211			

Çizelge A.67 : 35°C’de *Aspergillus carbonarius* 35X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	214,2816	53,5704	15844,54	0,000
Hata	15	0,0507	0,0034		
Toplam	19	214,3323			

Çizelge A.68 : 30°C’de *Aspergillus carbonarius* 35X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	460,8484	115,2121	113605,26	0,000
Hata	15	0,0152	0,0010		
Toplam	19	460,8636			

Çizelge A.69 : 25°C’de *Aspergillus carbonarius* 35X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	450,9811	112,7453	2237,73	0,000
Hata	15	0,7558	0,0504		
Toplam	19	451,7368			

Çizelge A.70 : 20°C’de *Aspergillus carbonarius* 35X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	317,6086	79,4022	4721,41	0,000
Hata	15	0,2523	0,0168		
Toplam	19	317,8609			

Çizelge A.71 : 15°C’de *Aspergillus carbonarius* 35X1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	52,64052	13,16013	10353,57	0,000
Hata	15	0,01907	0,00127		
Toplam	19	52,65958			

Çizelge A.72 : *Aspergillus carbonarius* 35X1 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	1341,19	335,296	370779,95	0,000
Sıcaklık	5	620,99	124,199	137342,19	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	266,88	13,344	14755,92	0,000
Hata	90	0,08	0,001		
Toplam	119	2229,13			

Çizelge A.73 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 57D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	368,1395	73,6279	483884,76	0,000
Hata	18	0,0027	0,0002		
Toplam	23	368,1423			

Çizelge A.74 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 57D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	387,2998	77,4600	52459,74	0,000
Hata	18	0,0266	0,0015		
Toplam	23	387,3264			

Çizelge A.75 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 57D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	268,0913	53,6183	164675,26	0,000
Hata	18	0,0059	0,0003		
Toplam	23	268,0972			

Çizelge A.76 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 57D1 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	59,58132	11,91626	3464030,25	0,000
Hata	18	0,00006	0,00000		
Toplam	23	59,58138			

Çizelge A.77 : 40°C’de *Aspergillus carbonarius* 57D1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	696,0793	174,0198	814699,51	0,000
Hata	15	0,0032	0,0002		
Toplam	19	696,0825			

Çizelge A.78 : 35°C’de *Aspergillus carbonarius* 57D1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	575,3979	143,8495	229012,98	0,000
Hata	15	0,0094	0,0006		
Toplam	19	575,4073			

Çizelge A.79 : 30°C’de *Aspergillus carbonarius* 57D1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	822,4209	205,6052	515828,79	0,000
Hata	15	0,0060	0,0004		
Toplam	19	822,4269			

Çizelge A.80 : 25°C’de *Aspergillus carbonarius* 57D1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	636,0516	159,0129	1429149,52	0,000
Hata	15	0,0017	0,0001		
Toplam	19	636,0532			

Çizelge A.81 : 20°C’de *Aspergillus carbonarius* 57D1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	321,2704	80,3176	80866,19	0,000
Hata	15	0,0149	0,0010		
Toplam	19	321,2853			

Çizelge A.82 : 15°C’de *Aspergillus carbonarius* 57D1 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	60,37846	15,09461	262606,37	0,000
Hata	15	0,00086	0,00006		
Toplam	19	60,37932			

Çizelge A.83 : *Aspergillus carbonarius* 57D1 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	2375,76	593,940	2189889,39	0,000
Sıcaklık	4	641,92	160,481	591701,59	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	16	414,40	25,900	95494,19	0,000
Hata	75	0,02	0,000		
Toplam	99	3432,10			

Çizelge A.84 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 65D9 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	194,0378	38,8076	22357,68	0,000
Hata	18	0,0312	0,0017		
Toplam	23	194,0691			

Çizelge A.85 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 65D9 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	316,4961	63,2992	17818,72	0,000
Hata	18	0,0639	0,0036		
Toplam	23	316,5601			

Çizelge A.86 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 65D9 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	149,8447	29,9689	20189,26	0,000
Hata	18	0,0267	0,0015		
Toplam	23	149,8714			

Çizelge A.87 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 65D9 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	193,3815	38,6763	1585094,09	0,000
Hata	18	0,0004	0,0000		
Toplam	23	193,3819			

Çizelge A.88 : 40°C’de *Aspergillus carbonarius* 65D9 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	201,6754	50,4189	1009993,23	0,000
Hata	15	0,0007	0,0000		
Toplam	19	201,6762			

Çizelge A.89 : 35°C’de *Aspergillus carbonarius* 65D9 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	317,7228	79,4307	68915,80	0,000
Hata	15	0,0173	0,0012		
Toplam	19	317,7401			

Çizelge A.90 : 30°C’de *Aspergillus carbonarius* 65D9 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	548,0836	137,0209	55103,89	0,000
Hata	15	0,0373	0,0025		
Toplam	19	548,1209			

Çizelge A.91 : 25°C’de *Aspergillus carbonarius* 65D9 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	320,3243	80,0811	52142,64	0,000
Hata	15	0,0230	0,0015		
Toplam	19	320,3474			

Çizelge A.92 : 20°C’de *Aspergillus carbonarius* 65D9 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	311,1558	77,7890	190300,99	0,000
Hata	15	0,0061	0,0004		
Toplam	19	311,1620			

Çizelge A.93 : 15°C’de *Aspergillus carbonarius* 65D9 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	50,69686	12,67421	5024,09	0,000
Hata	15	0,03784	0,00252		
Toplam	19	50,73470			

Çizelge A.94 : *Aspergillus carbonarius* 65D9 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	1540,12	385,029	283236,32	0,000
Sıcaklık	5	644,22	128,844	94780,32	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	209,54	10,477	7707,20	0,000
Hata	90	0,12	0,001		
Toplam	119	2394,00			

Çizelge A.95 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 2004X2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	252,6524	50,5305	135368,85	0,000
Hata	18	0,0067	0,0004		
Toplam	23	252,6591			

Çizelge A.96 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 2004X2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	353,4067	70,6813	114208,49	0,000
Hata	18	0,0111	0,0006		
Toplam	23	353,4179			

Çizelge A.97: 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 2004X2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	256,3971	51,2794	150538,48	0,000
Hata	18	0,0061	0,0003		
Toplam	23	256,4033			

Çizelge A.98 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 2004X2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	141,6742	28,3348	3187122,55	0,000
Hata	18	0,0002	0,0000		
Toplam	23	141,6744			

Çizelge A.99 : 0,85 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 2004X2 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	30,17785	6,03557	441196,65	0,000
Hata	18	0,00025	0,00001		
Toplam	23	30,17810			

Çizelge A.100 : 40°C’de *Aspergillus carbonarius* 2004X2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	377,6620	94,4155	233000,43	0,000
Hata	15	0,0061	0,0004		
Toplam	19	377,6681			

Çizelge A.101 : 35°C’de *Aspergillus carbonarius* 2004X2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	304,5277	76,1319	1225719,89	0,000
Hata	15	0,0009	0,0001		
Toplam	19	304,5286			

Çizelge A.102 : 30°C’de *Aspergillus carbonarius* 2004X2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	438,5158	109,6290	221177,50	0,000
Hata	15	0,0074	0,0005		
Toplam	19	438,5232			

Çizelge A.103 : 25°C’de *Aspergillus carbonarius* 2004X2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	435,6076	108,9019	251139,00	0,000
Hata	15	0,0065	0,0004		
Toplam	19	435,6141			

Çizelge A.104 : 20°C’de *Aspergillus carbonarius* 2004X2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	337,9185	84,4796	389723,64	0,000
Hata	15	0,0033	0,0002		
Toplam	19	337,9217			

Çizelge A.105 : 15°C’de *Aspergillus carbonarius* 2004X2 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	51,06262	12,76565	977761,54	0,000
Hata	15	0,00020	0,00001		
Toplam	19	51,06281			

Çizelge A.106 : *Aspergillus carbonarius* 2004X2 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	1750,48	437,620	1614391,23	0,000
Sıcaklık	5	839,49	167,899	619382,51	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	194,82	9,741	35934,03	0,000
Hata	90	0,02	0,000		
Toplam	119	2784,81			

Çizelge A.107 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 3904X4 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	561,7092	112,3418	257136,05	0,000
Hata	18	0,0079	0,0004		
Toplam	23	561,7171			

Çizelge A.108 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 3904X4 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	621,6006	124,3201	300463,23	0,000
Hata	18	0,0074	0,0004		
Toplam	23	621,6081			

Çizelge A.109 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 3904X4 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	265,5359	53,1072	586430,80	0,000
Hata	18	0,0016	0,0001		
Toplam	23	265,5375			

Çizelge A.110 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 3904X4 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	116,8038	23,3608	3281005,05	0,000
Hata	18	0,0001	0,0000		
Toplam	23	116,8039			

Çizelge A.111 : 0,85 su aktivitesinde *Aspergillus carbonarius* 3904X4 izolatının gelişmesine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	7,112061	1,422412	42333,70	0,000
Hata	18	0,000605	0,000034		
Toplam	23	7,112666			

Çizelge A.112 : 40°C’de *Aspergillus carbonarius* 3904X4 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	123,7439	30,9360	681,39	0,000
Hata	15	0,6810	0,0454		
Toplam	19	124,4249			

Çizelge A.113 : 35°C’de *Aspergillus carbonarius* 3904X4 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	557,5479	139,3870	503449,28	0,000
Hata	15	0,0042	0,0003		
Toplam	19	557,5521			

Çizelge A.114 : 30°C’de *Aspergillus carbonarius* 3904X4 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	910,4380	227,6095	4368,08	0,000
Hata	15	0,7816	0,0521		
Toplam	19	911,2196			

Çizelge A.115 : 25°C’de *Aspergillus carbonarius* 3904X4 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	506,8185	126,7046	201365,88	0,000
Hata	15	0,0094	0,0006		
Toplam	19	506,8279			

Çizelge A.116 : 20°C’de *Aspergillus carbonarius* 3904X4 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	284,5335	71,1334	386500,57	0,000
Hata	15	0,0028	0,0002		
Toplam	19	284,5362			

Çizelge A.117 : 15°C’de *Aspergillus carbonarius* 3904X4 izolatının gelişmesine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	55,11098	13,77775	784728,85	0,000
Hata	15	0,00026	0,00002		
Toplam	19	55,11125			

Çizelge A.118 : *Aspergillus carbonarius* 3904X4 izolatının gelişmesine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	1993,75	498,437	2537634,03	0,000
Sıcaklık	5	1150,31	230,062	1171289,26	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	422,43	21,122	107534,18	0,000
Hata	90	0,02	0,000		
Toplam	119	3566,51			

Çizelge A.119 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	21,90944	4,38189	6053,47	0,000
Hata	18	0,01303	0,00072		
Toplam	23	21,92247			

Çizelge A.120 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	30,24209	6,04842	12636,84	0,000
Hata	18	0,00862	0,00048		
Toplam	23	30,25071			

Çizelge A.121 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	53,76587	10,75317	14188,45	0,000
Hata	18	0,01364	0,00076		
Toplam	23	53,77952			

Çizelge A.122 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	30,10486	6,02097	38632,99	0,000
Hata	18	0,00281	0,00016		
Toplam	23	30,10766			

Çizelge A.123 : 0,85 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	217,2478	43,4496	2573711,29	0,000
Hata	18	0,0003	0,0000		
Toplam	23	217,2481			

Çizelge A.124 : 40°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	2,577635	0,644409	2014,59	0,000
Hata	15	0,004798	0,000320		
Toplam	19	2,582433			

Çizelge A.125 : 35°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	3,380669	0,845167	3105,30	0,000
Hata	15	0,004083	0,000272		
Toplam	19	3,384752			

Çizelge A.126 : 30°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	178,0647	44,5162	165967,62	0,000
Hata	15	0,0040	0,0003		
Toplam	19	178,0688			

Çizelge A.127 : 25°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	26,80947	6,70237	20600,09	0,000
Hata	15	0,00488	0,00033		
Toplam	19	26,81435			

Çizelge A.128 : 20°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	27,02296	6,75574	46584,15	0,000
Hata	15	0,00218	0,00015		
Toplam	19	27,02513			

Çizelge A.129 : 15°C’de *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	74,22996	18,55749	15098,50	0,000
Hata	15	0,01844	0,00123		
Toplam	19	74,24840			

Çizelge A.130 : *Aspergillus niger* agg. 18M5 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	13,262	3,3155	7771,59	0,000
Sıcaklık	5	54,447	10,8893	25524,55	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	298,823	14,9412	35021,97	0,000
Hata	90	0,038	0,0004		
Toplam	119	366,571			

Çizelge A.131 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	28,77841	5,75568	34785,63	0,000
Hata	18	0,00298	0,00017		
Toplam	23	28,78138			

Çizelge A.132 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	18,39467	3,67893	3671,06	0,000
Hata	18	0,01804	0,00100		
Toplam	23	18,41271			

Çizelge A.133 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	54,97089	10,99418	67663,41	0,000
Hata	18	0,00292	0,00016		
Toplam	23	54,97382			

Çizelge A.134 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	33,56412	6,71282	48629,88	0,000
Hata	18	0,00248	0,00014		
Toplam	23	33,56660			

Çizelge A.135 : 0,85 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	267,6659	53,5332	42647,46	0,000
Hata	18	0,0226	0,0013		
Toplam	23	267,6885			

Çizelge A.136 : 40°C’de *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	2,292464	0,573116	10244,47	0,000
Hata	15	0,000839	0,000056		
Toplam	19	2,293304			

Çizelge A.137 : 35°C’de *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	5,284239	1,321060	12471,30	0,000
Hata	15	0,001589	0,000106		
Toplam	19	5,285828			

Çizelge A.138 : 30°C’de *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	40,27967	10,06992	6438,55	0,000
Hata	15	0,02346	0,00156		
Toplam	19	40,30313			

Çizelge A.139 : 25°C’de *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	180,4858	45,1215	196447,63	0,000
Hata	15	0,0034	0,0002		
Toplam	19	180,4893			

Çizelge A.140 : 20°C’de *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	31,03205	7,75801	6403,54	0,000
Hata	15	0,01817	0,00121		
Toplam	19	31,05022			

Çizelge A.141 : 15°C’de *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	77,89059	19,47265	192851,89	0,000
Hata	15	0,00151	0,00010		
Toplam	19	77,89211			

Çizelge A.142 : *Aspergillus niger* agg. 46D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	18,419	4,6047	8453,97	0,000
Sıcaklık	5	84,528	16,9056	31037,86	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	318,846	15,9423	29269,37	0,000
Hata	90	0,049	0,0005		
Toplam	119	421,842			

Çizelge A.143: 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	38,27283	7,65457	61821,98	0,000
Hata	18	0,00223	0,00012		
Toplam	23	38,27506			

Çizelge A.144: 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	26,93980	5,38796	65144,76	0,000
Hata	18	0,00149	0,00008		
Toplam	23	26,94129			

Çizelge A.145: 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	145,1975	29,0395	212023,61	0,000
Hata	18	0,0025	0,0001		
Toplam	23	145,1999			

Çizelge A.146: 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	63,07715	12,61543	19553,25	0,000
Hata	18	0,01161	0,00065		
Toplam	23	63,08876			

Çizelge A.147: 0,85 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	220,8002	44,1600	538659,61	0,000
Hata	18	0,0015	0,0001		
Toplam	23	220,8016			

Çizelge A.148 : 40°C’de *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	2,273377	0,568344	10481,69	0,000
Hata	15	0,000813	0,000054		
Toplam	19	2,274191			

Çizelge A.149 : 35°C’de *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	3,856024	0,964006	11906,85	0,000
Hata	15	0,001214	0,000081		
Toplam	19	3,857239			

Çizelge A.150 : 30°C’de *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	55,45044	13,86261	73470,94	0,000
Hata	15	0,00283	0,00019		
Toplam	19	55,45327			

Çizelge A.151 : 25°C’de *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	121,2501	30,3125	141211,76	0,000
Hata	15	0,0032	0,0002		
Toplam	19	121,2533			

Çizelge A.152 : 20°C’de *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	55,41727	13,85432	20511,04	0,000
Hata	15	0,01013	0,00068		
Toplam	19	55,42740			

Çizelge A.153 : 15°C’de *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	159,6659	39,9165	563800,38	0,000
Hata	15	0,0011	0,0001		
Toplam	19	159,6670			

Çizelge A.154 : *Aspergillus niger* agg. 55X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	17,048	4,2621	19904,12	0,000
Sıcaklık	5	113,423	22,6845	105937,83	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	380,865	19,0432	88932,95	0,000
Hata	90	0,019	0,0002		
Toplam	119	511,355			

Çizelge A.155 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	21,22129	4,24426	7896,58	0,000
Hata	18	0,00967	0,00054		
Toplam	23	21,23097			

Çizelge A.156 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	26,08311	5,21662	7011,65	0,000
Hata	18	0,01339	0,00074		
Toplam	23	26,09650			

Çizelge A.157 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	49,17273	9,83455	19113,96	0,000
Hata	18	0,00926	0,00051		
Toplam	23	49,18199			

Çizelge A.158 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	41,09818	8,21964	45916,88	0,000
Hata	18	0,00322	0,00018		
Toplam	23	41,10140			

Çizelge A.159 : 0,85 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	333,3428	66,6686	1029395,26	0,000
Hata	18	0,0012	0,0001		
Toplam	23	333,3440			

Çizelge A.160 : 40°C’de *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	4,407717	1,101929	6634,56	0,000
Hata	15	0,002491	0,000166		
Toplam	19	4,410208			

Çizelge A.161 : 35°C’de *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	4,091931	1,022983	2229,92	0,000
Hata	15	0,006881	0,000459		
Toplam	19	4,098812			

Çizelge A.162 : 30°C’de *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	205,9708	51,4927	133483,80	0,000
Hata	15	0,0058	0,0004		
Toplam	19	205,9766			

Çizelge A.163 : 25°C’de *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	90,07398	22,51849	93273,58	0,000
Hata	15	0,00362	0,00024		
Toplam	19	90,07760			

Çizelge A.164 : 20°C’de *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	37,37249	9,34312	91198,69	0,000
Hata	15	0,00154	0,00010		
Toplam	19	37,37403			

Çizelge A.165 : 15°C’de *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	74,49890	18,62472	17036,06	0,000
Hata	15	0,01640	0,00109		
Toplam	19	74,51530			

Çizelge A.166 : *Aspergillus niger* agg. 58D2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	30,777	7,6944	18860,84	0,000
Sıcaklık	5	85,280	17,0559	41808,45	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	385,638	19,2819	47264,89	0,000
Hata	90	0,037	0,0004		
Toplam	119	501,732			

Çizelge A.167 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	21,12840	4,22568	918,07	0,000
Hata	18	0,08285	0,00460		
Toplam	23	21,21125			

Çizelge A.168 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	28,17417	5,63483	893,98	0,000
Hata	18	0,11346	0,00630		
Toplam	23	28,28763			

Çizelge A.169 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	46,04487	9,20897	1306,63	0,000
Hata	18	0,12686	0,00705		
Toplam	23	46,17174			

Çizelge A.170 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	30,77338	6,15468	1548,15	0,000
Hata	18	0,07156	0,00398		
Toplam	23	30,84494			

Çizelge A.171 : 0,85 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	270,5224	54,1045	7576,08	0,000
Hata	18	0,1285	0,0071		
Toplam	23	270,6509			

Çizelge A.172 : 40°C’de *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	3,55842	0,88961	300,39	0,000
Hata	15	0,04442	0,00296		
Toplam	19	3,60285			

Çizelge A.173 : 35°C’de *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	4,21357	1,05339	289,93	0,000
Hata	15	0,05450	0,00363		
Toplam	19	4,26806			

Çizelge A.174 : 30°C’de *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	124,3120	31,0780	6350,47	0,000
Hata	15	0,0734	0,0049		
Toplam	19	124,3854			

Çizelge A.175 : 25°C’de *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	111,9610	27,9902	3335,76	0,000
Hata	15	0,1259	0,0084		
Toplam	19	112,0868			

Çizelge A.176 : 20°C’de *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	29,39906	7,34976	1401,88	0,000
Hata	15	0,07864	0,00524		
Toplam	19	29,47770			

Çizelge A.177 : 15°C’de *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	75,8503	18,9626	1522,89	0,000
Hata	15	0,1868	0,0125		
Toplam	19	76,0371			

Çizelge A.178 : *Aspergillus niger* agg. 1404M2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	19,888	4,9720	793,96	0,000
Sıcaklık	5	67,357	13,4714	2151,17	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	329,406	16,4703	2630,06	0,000
Hata	90	0,564	0,0063		
Toplam	119	417,215			

Çizelge A.179 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	50,84169	10,16834	200336,07	0,000
Hata	18	0,00091	0,00005		
Toplam	23	50,84260			

Çizelge A.180 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	23,60921	4,72184	43730,81	0,000
Hata	18	0,00194	0,00011		
Toplam	23	23,61115			

Çizelge A.181 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	27,77302	5,55460	877,53	0,000
Hata	18	0,11394	0,00633		
Toplam	23	27,88696			

Çizelge A.182 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	29,21988	5,84398	112748,51	0,000
Hata	18	0,00093	0,00005		
Toplam	23	29,22081			

Çizelge A.183 : 0,85 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	97,95651	19,59130	257559,30	0,000
Hata	18	0,00137	0,00008		
Toplam	23	97,95788			

Çizelge A.184 : 40°C’de *Aspergillus niger* agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	30,23295	7,55824	81214,96	0,000
Hata	15	0,00140	0,00009		
Toplam	19	30,23435			

Çizelge A.185 : 35°C’de *Aspergillus niger* agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	37,93117	9,48279	154230,40	0,000
Hata	15	0,00092	0,00006		
Toplam	19	37,93209			

Çizelge A.186 : 30°C’de *Aspergillus niger* agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	25,78447	6,44612	61420,66	0,000
Hata	15	0,00157	0,00010		
Toplam	19	25,78605			

Çizelge A.187 : 25°C’de *Aspergillus niger* agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	53,47890	13,36973	58503,81	0,000
Hata	15	0,00343	0,00023		
Toplam	19	53,48233			

Çizelge A.188 : 20°C’de *Aspergillus niger* agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	78,35861	19,58965	47630,42	0,000
Hata	15	0,00617	0,00041		
Toplam	19	78,36478			

Çizelge A.189 : 15°C’de *Aspergillus niger* agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	207,5814	51,8954	65396,96	0,000
Hata	15	0,0119	0,0008		
Toplam	19	207,5933			

Çizelge A.190 : *Aspergillus niger* agg. 35X1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	32,571	8,1428	28860,44	0,000
Sıcaklık	5	34,123	6,8246	24188,56	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	400,796	20,0398	71027,30	0,000
Hata	90	0,025	0,0003		
Toplam	119	467,516			

Çizelge A.191 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	33,44477	6,68895	57298,37	0,000
Hata	18	0,00210	0,00012		
Toplam	23	33,44687			

Çizelge A.192 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	21,46134	4,29227	31936,54	0,000
Hata	18	0,00242	0,00013		
Toplam	23	21,46375			

Çizelge A.193 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	156,9741	31,3948	135534,66	0,000
Hata	18	0,0042	0,0002		
Toplam	23	156,9782			

Çizelge A.194 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	76,92237	15,38447	142111,82	0,000
Hata	18	0,00195	0,00011		
Toplam	23	76,92432			

Çizelge A.195 : 40°C’de *Aspergillus niger* agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	8,700571	2,175143	56718,15	0,000
Hata	15	0,000575	0,000038		
Toplam	19	8,701146			

Çizelge A.196 : 35°C’de *Aspergillus niger* agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	6,463499	1,615875	12695,84	0,000
Hata	15	0,001909	0,000127		
Toplam	19	6,465408			

Çizelge A.197 : 30°C’de *Aspergillus niger* agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	7,963003	1,990751	23650,57	0,000
Hata	15	0,001263	0,000084		
Toplam	19	7,964266			

Çizelge A.198 : 25°C’de *Aspergillus niger* agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	17,31433	4,32858	38703,96	0,000
Hata	15	0,00168	0,00011		
Toplam	19	17,31601			

Çizelge A.199 : 20°C’de *Aspergillus niger* agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	62,04039	15,51010	69058,76	0,000
Hata	15	0,00337	0,00022		
Toplam	19	62,04376			

Çizelge A.200 : 15°C’de *Aspergillus niger* agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	178,4073	44,6018	362593,68	0,000
Hata	15	0,0018	0,0001		
Toplam	19	178,4092			

Çizelge A.201 : *Aspergillus niger* agg. 57D1 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	76,976	19,2439	162799,50	0,000
Sıcaklık	4	84,889	16,9778	143628,79	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	203,913	10,1957	86253,13	0,000
Hata	90	0,011	0,0001		
Toplam	119	365,789			

Çizelge A.202 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	17,18766	3,43753	5245,17	0,000
Hata	18	0,01180	0,00066		
Toplam	23	17,19946			

Çizelge A.203 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	24,64257	4,92851	37372,52	0,000
Hata	18	0,00237	0,00013		
Toplam	23	24,64495			

Çizelge A.204 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	27,77302	5,55460	877,53	0,000
Hata	18	0,11394	0,00633		
Toplam	23	27,88696			

Çizelge A.205 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	29,21988	5,84398	112748,51	0,000
Hata	18	0,00093	0,00005		
Toplam	23	29,22081			

Çizelge A.206 : 40°C’de *Aspergillus niger* agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	15,65517	3,91379	39652,93	0,000
Hata	15	0,00148	0,00010		
Toplam	19	15,65665			

Çizelge A.207 : 35°C’de *Aspergillus niger* agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	7,220571	1,805143	20883,54	0,000
Hata	15	0,001297	0,000086		
Toplam	19	7,221867			

Çizelge A.208 : 30°C’de *Aspergillus niger* agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	8,636917	2,159229	14047,93	0,000
Hata	15	0,002306	0,000154		
Toplam	19	8,639222			

Çizelge A.209 : 25°C’de *Aspergillus niger* agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	8,477819	2,119455	4897,21	0,000
Hata	15	0,006492	0,000433		
Toplam	19	8,484311			

Çizelge A.210 : 20°C’de *Aspergillus niger* agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	30,41837	7,60459	26781,73	0,000
Hata	15	0,00426	0,00028		
Toplam	19	30,42263			

Çizelge A.211 : 15°C’de *Aspergillus niger* agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	72,45938	18,11485	2400,25	0,000
Hata	15	0,11321	0,00755		
Toplam	19	72,57259			

Çizelge A.212 : *Aspergillus niger* agg. 65D9 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	70,289	17,5721	12255,84	0,000
Sıcaklık	4	26,243	5,2487	3660,74	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	72,580	3,6290	2531,07	0,000
Hata	90	0,129	0,0014		
Toplam	119	169,241			

Çizelge A.213 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	19,75465	3,95093	21569,78	0,000
Hata	18	0,00330	0,00018		
Toplam	23	19,75795			

Çizelge A.214 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	21,06156	4,21231	32949,24	0,000
Hata	18	0,00230	0,00013		
Toplam	23	21,06386			

Çizelge A.215 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	37,22854	7,44571	32360,76	0,000
Hata	18	0,00414	0,00023		
Toplam	23	37,23268			

Çizelge A.216 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	34,10248	6,82050	477130,84	0,000
Hata	18	0,00026	0,00001		
Toplam	23	34,10274			

Çizelge A.217 : 0,85 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	73,42391	14,68478	58857,48	0,000
Hata	18	0,00449	0,00025		
Toplam	23	73,42840			

Çizelge A.218 : 40°C’de *Aspergillus niger* agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	2,109033	0,527258	8868,18	0,000
Hata	15	0,000892	0,000059		
Toplam	19	2,109925			

Çizelge A.219 : 35°C’de *Aspergillus niger* agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	23,69399	5,92350	97917,01	0,000
Hata	15	0,00091	0,00006		
Toplam	19	23,69490			

Çizelge A.220 : 30°C’de *Aspergillus niger* agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	23,01934	5,75484	17717,36	0,000
Hata	15	0,00487	0,00032		
Toplam	19	23,02421			

Çizelge A.221 : 25°C’de *Aspergillus niger* agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	25,44292	6,36073	99068,50	0,000
Hata	15	0,00096	0,00006		
Toplam	19	25,44388			

Çizelge A.222 : 20°C’de *Aspergillus niger* agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	17,53802	4,38451	21952,46	0,000
Hata	15	0,00300	0,00020		
Toplam	19	17,54102			

Çizelge A.223 : 15°C’de *Aspergillus niger* agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	64,68759	16,17190	62884,02	0,000
Hata	15	0,00386	0,00026		
Toplam	19	64,69145			

Çizelge A.224 : *Aspergillus niger* agg. 2004X2 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	2,599	0,64972	4036,10	0,000
Sıcaklık	4	31,679	6,33582	39358,39	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	153,892	7,69460	47799,16	0,000
Hata	90	0,014	0,00016		
Toplam	119	188,185			

Çizelge A.225 : 0,99 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	53,25297	10,65059	110869,76	0,000
Hata	18	0,00173	0,00010		
Toplam	23	53,25470			

Çizelge A.226 : 0,97 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	24,45149	4,89030	144606,28	0,000
Hata	18	0,00061	0,00003		
Toplam	23	24,45210			

Çizelge A.227 : 0,93 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	268,7634	53,7527	208195,18	0,000
Hata	18	0,0046	0,0003		
Toplam	23	268,7681			

Çizelge A.228 : 0,89 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	40,49663	8,09933	27984,07	0,000
Hata	18	0,00521	0,00029		
Toplam	23	40,50184			

Çizelge A.229 : 0,85 su aktivitesinde *Aspergillus niger* agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine sıcaklığın etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sıcaklık	5	284,2622	56,8524	562571,79	0,000
Hata	18	0,0018	0,0001		
Toplam	23	284,2640			

Çizelge A.230 : 40°C’de *Aspergillus niger* agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	115,3256	28,8314	576,63	0,000
Hata	15	0,7500	0,0500		
Toplam	19	116,0756			

Çizelge A.231 : 35°C’de *Aspergillus niger* agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	29,30772	7,32693	38187,75	0,000
Hata	15	0,00288	0,00019		
Toplam	19	29,31059			

Çizelge A.232 : 30°C’de *Aspergillus niger* agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	139,7240	34,9310	207511,49	0,000
Hata	15	0,0025	0,0002		
Toplam	19	139,7265			

Çizelge A.233 : 25°C’de *Aspergillus niger* agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	112,3577	28,0894	75976,78	0,000
Hata	15	0,0055	0,0004		
Toplam	19	112,3632			

Çizelge A.234 : 20°C’de *Aspergillus niger* agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	3,688512	0,922128	1947,78	0,000
Hata	15	0,007101	0,000473		
Toplam	19	3,695613			

Çizelge A.235 : 15°C’de *Aspergillus niger* agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine su aktivitesinin etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	239,5870	59,8968	708006,63	0,000
Hata	15	0,0013	0,0001		
Toplam	19	239,5883			

Çizelge A.236 : *Aspergillus niger* agg. 3904X4 izolatının lag fazı süresine su aktivitesi ve sıcaklığın birlikte etkisi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Su Aktivitesi	4	50,847	12,7118	81637,76	0,000
Sıcaklık	4	82,910	16,5820	106492,67	0,000
Su Aktivitesi×Sıcaklık	20	588,471	29,4236	188963,76	0,000
Hata	90	0,014	0,0002		
Toplam	119	722,243			

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Canel ELİKOĞLU

Doğum Yeri ve Tarihi: Niksar / 1986

Adres: Telsizler mah. Mısra Sokak No:4/7 Kağıthane/İSTANBUL

E-Posta: canelelikoglu@gmail.com

Lisans: İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Mesleki Deneyim:

Dimes ,Stajyer, 15/06/2009-14/07/2009

