

**ORGANİK VE KONVANSİYONEL YÖNTEMLERLE
ÜRETİLEN ÇEŞİTLİ KURUYEMİŞLERİN
AKRİLAMİD İÇERİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Aydın Baha YILMAZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Danışman: Prof. Dr. Murat TAŞAN
2018**

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ORGANİK VE KONVANSİYONEL YÖNTEMLERLE ÜRETİLEN
ÇEŞİTLİ KURUYEMİŞLERİN AKRİLAMİD İÇERİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Aydın Baha YILMAZ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. MURAT TAŞAN

TEKİRDAĞ-2018

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Murat TAŞAN danışmanlığında, Aydın Baha YILMAZ tarafından hazırlanan “Organik ve Konvansiyonel Yöntemlerle Üretilen Çeşitli Kuruyemişlerin Akrilamid İçeriklerinin Karşılaştırılması” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Ömer ÖKSÜZ

İmza :

Üye : Prof. Dr. Murat TAŞAN

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Harun URAN

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ORGANİK VE KONVANSİYONEL YÖNTEMLERLE ÜRETİLEN ÇEŞİTLİ KURUYEMİŞLERİN AKRİLAMİD İÇERİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Aydın Baha YILMAZ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Murat TAŞAN

Isıl prosesler ile kuruyemişlerde, istenilen renk, tat, yapı gibi özelliklerin oluşmasının yanında insan sağlığı üzerine toksik etkisi bilinen kimyasal bileşikler de oluşmaktadır. Akrilamid ısıl işlem sonucunda oluşan proses kontaminantıdır. Sağlık üzerine olumsuz etkilerinden dolayı akrilamid oluşumunun azaltılması önerilmektedir. Genel olarak, kuruyemişlere tüketime sunulmadan önce belirli sıcaklıklarda kurutma ve/veya kavurma amaçlı olarak ısıl işlemler uygulanabilmektedir. Bu çalışmada akrilamid miktarlarının organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemlerle üretilen badem, fındık, antepfıstığı, yerfıstığı, ayçekirdeği, kabak çekirdeği kuruyemiş çeşitlerinde araştırılması amaçlanmıştır. Türkiye’de yaygın ve geleneksel olarak tüketilen organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemlerle üretilen çeşitlerinden 180 adet örnek incelenmiştir. Kuruyemiş örneklerinde akrilamid konsantrasyonlarını belirlemek için UHPLC-MS/MS cihazında analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemlerle üretilen badem, antepfıstığı, yerfıstığı, ayçekirdeği, kuruyemiş çeşitleri arasında istatistiksel olarak ($P<0,001$) önemli farklılıklar belirlenirken, fındık ve kabak çekirdeği çeşitlerinde önemli fark bulunmamıştır. Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş kuruyemiş çeşitlerinin ortalama akrilamid konsantrasyonları sırasıyla bademde 1,68-266,14 ng/ml, fındıkta 7,90-6,68 ng/ml, antepfıstıklarında 4,86-9,95 ng/ml, yerfıstıklarında 14,09-36, 27 ng/ml, kabak çekirdeklerinde 5,96-4,54 ng/ml olarak belirlenmiştir. Organik sertifikalı ayçekirdeklerinde akrilamid belirlenemez iken konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş ayçekirdeklerinde 16,92 ng/ml düzeyindedir.

Anahtar kelimeler: Akrilamid, organik sertifikalı kuruyemiş, proses kontaminant, UHPLC-MS/MS

2018, 53 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

A COMPARISON OF ACRYLAMIDE CONTENTS OF SOME NUTS PRODUCED ORGANICALLY AND CONVENTIONALLY

Aydın Baha YILMAZ

Tekirdag Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Murat TAŞAN

Thermal processing leads to desired color, flavor, and texture in foods. However, certain toxic chemical contaminants, like acrylamide, and are also consequences of thermal processing. Due to their health concern, authorities reported that their formation needed to be minimized. Generally, nuts can be subjected to heat treatments for drying and/or roasting at certain temperatures before they are served for consumption. In this study, it is aimed to investigate the amounts of acrylamide in dried almonds, hazelnuts, pistachios, peanuts, sunflower seeds and pumpkin seeds produced with organic certified and conventional methods. In Turkey, commonly and traditionally consumed nuts (in a total of 180 samples produced with organic certified and conventional methods) were studied. UHPLC-MS/MS equipment was used for determining acrylamide concentrations of nut samples. According to the analysis of variance, significant differences were found statistically ($P < 0.001$) between the almond, pistachio, peanut, sunflower seed varieties produced with organic certified and conventional methods. On the other hand, there was no significant difference in the varieties of hazelnut and pumpkin seed. The average concentrations of acrylamide in the nuts produced with organic certified and conventional methods were determined as 1.68 ng/ml and 266.14 ng/ml in almonds, 7.90 ng/ml and 6.68 ng/ml in hazelnuts, 4.86 ng/ml in pistachios and 9.95 ng/ml in peanuts, 14.09 ng/ml and 36.27 ng/ml in peanuts, 5.96 ng/ml and 4.54 ng/ml in pumpkin seeds, respectively. Acrylamide in organic certified sunflower seeds were not determined, whereas it is 16.92 ng/ml in conventional sunflower seeds.

Key Words: Acrylamide, organic certified nuts, process contaminant, UHPLC-MS/MS

2018, 53 pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	iv
ŞEKİL DİZİNİ	v
1.GİRİŞ	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ	7
3.MATERYAL ve YÖNTEM	15
3.1.Materyal	15
3.2.Yöntem	16
3.2.1.Akrilamid analizi için örnek hazırlama	16
3.2.2.Akrilamid analizi için kalibrasyon eğrisinin hazırlanması	17
3.2.3.Kromatografik koşullar.....	17
3.2.4.Metodun % geri kazanım, teşhis (LOD) ve tespit (LOQ) değerlerinin belirlenmesi	18
3.2.5.İstatistiksel değerlendirme	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	19
4.1.Organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş badem (iç) örneklerinin akrilamid içerikleri	19
4.2.Organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş fındık (iç) örneklerinin akrilamid içerikleri	23
4.3.Organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş antepfıstığı örneklerinin akrilamid içerikleri	27
4.4.Organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş yerfıstığı örneklerinin akrilamid içerikleri	30
4.5.Organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş kabak çekirdeği örneklerinin akrilamid içerikleri	33
5.SONUÇ ve ÖNERİLER	40
6.KAYNAKLAR	44
TEŞEKKÜR	52
ÖZGEÇMİŞ	53

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1. Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemle üretilmiş badem (iç) örneklerinin akrilamid içerikleri	20
Çizelge 4.2. Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemle üretilmiş fındık (iç) örneklerinin akrilamid içerikleri	25
Çizelge 4.3. Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemle üretilmiş antepfıstığı örneklerinin akrilamid içerikleri	28
Çizelge 4.4. Organik ve konvansiyonel antepfıstığı örneklerin akrilamid miktarı (ng/ml)	29
Çizelge 4.5. Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemle üretilmiş kabak çekirdeği örneklerinin akrilamid içerikleri.....	34
Çizelge 4.6. Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemle üretilmiş ay çekirdeği örneklerinin akrilamid içerikleri	38

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Santrifüj sonrası gıda ekstraktının Falcon tüpte çözücü tabakalarının sıralanmasını gösteren şematik resim (Mastovska ve Lehotay 2006).....	16
Şekil 4.1. Organik ve konvansiyonel badem örneklerin akrilamid miktarı (ng/ml).....	21
Şekil 4.2. Organik ve konvansiyonel fındık örneklerin akrilamid miktarı (ng/ml).....	24
Şekil 4.3. Organik ve konvansiyonel antepfıstığı örneklerin akrilamid miktarı (ng/ml)	29
Şekil 4.4. Organik ve konvansiyonel yerfıstığı örneklerin akrilamid miktarı (ng/ml)	31
Şekil 4.5. Organik ve konvansiyonel kabak çekirdeği örneklerin akrilamid miktarı (ng/ml)..	35
Şekil 4.6. Organik ve konvansiyonel ay çekirdeği örneklerin akrilamid miktarı (ng/ml).....	39

1.GİRİŞ

Tarım, toprak ve su kaynaklarını kullanarak bitkisel ve hayvansal ürünler elde etmek, verimliliği ve kaliteyi artırmak gibi çok sayıda faaliyeti içermektedir. Tarımsal faaliyetler günümüze kadar çevre ile en fazla uyum içerisinde olan ve dünya nüfusunun gıda ihtiyacını sağlayan faaliyetlerdir. Fakat geçmişte çevreyi koruyan ve çevreye olumsuz etkisi olmayan faaliyetler olarak görülen tarım, birim alandan elde edilen verimi artırmaya dayalı yoğun girdi kullanımı sonucu çevre üzerinde olumsuz etkileri olabilen faaliyet haline almıştır (Atalay 2016). Çevre kirliliğine ve doğal dengenin bozulmasına neden olan en büyük etkenlerden biri, yoğun olarak kimyasalların kullanıldığı tarımsal etkinliklerdir (Aksoy 2001). Bilhassa kontrolsüz ve yoğun kimyevi gübre ile tarımsal ilaçların kullanımı ile kimyasal bileşikler gıda zincirleriyle tüm canlılara ulaşarak hayatlarını tehdit eder durumdadır. Bu bağlamda, tabiat kaynaklarının muhafaza edildiği, çevreye zararlı olmayan tarım uygulamalarının yer aldığı ve sürdürülebilirliği içeren tarımsal yapının oluşturulması gerekliliği sonucu alternatif üretim sistemi olarak organik tarım gündeme gelmiştir.

Organik tarım, toprağın yapısının korunması ve toprağın içindeki biyolojik yaşam dengesinin yeniden kazanımını hedeflemektedir. Organik tarım faaliyetleri ile doğayla uyumlu olarak çalışılarak, hem tarımsal üretimde bölgesel kaynakların kullanılması hem de yeterli miktarda ve kalitede gıdanın üretilmesi sağlanabilmektedir (Gökhan 2011). Günümüzde gıda sektöründe yapılan çalışmalar tüketiciye sağlık açısından daha güvenli ve farklı özelliklerde değişik gıda ürünlerinin sunumunu amaçlamaktadır. Organik tarım faaliyetleri sonucu üretilen çeşitli tarımsal ürünler gıda sanayinin bu amaçlarını destekleyici özelliklere sahiptir (İmer 2016, Karcık 2017). Ayrıca tüketicilerin sağlık ve çevre bilincinin yanı sıra çevreye yönelik kaygısı son yıllarda oldukça artmasıyla birlikte, bu durum tüketici kararlarını etkileyen etkenlerden biri haline gelmiştir. Doğal ve organik gıdalar gibi çevre ve sağlık dostu olduğuna inanılan gıda ürünlerine olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde gıda güvenilirliği konusunda her geçen gün tüketicilerin bilincinin artmasıyla beraber talep artışının devam edeceği görülmektedir. Organik tarım mevzuatının Avrupa Birliği mevzuatına uyumlu hale getirilmesi ve 2013-2016 ulusal organik tarım eylem planının hazırlanması da (Anonim 2017a) ülkemizde organik tarıma ve organik gıda ürünlerine büyük önem verildiğini göstermektedir.

Kuruyemiş sektörü, gıda endüstrisinin alt sektörü meyve ve sebze işleme endüstrisi içinde yer alır. Kuruyemişe konu olan tarımsal mahsuller bakımından öne çıkan pazarlarda

Ülkemiz dünyanın en fazla ve en kaliteli fındık üretilen ülkesi konumundadır. Küresel fındık ihtiyacının yaklaşık %65'ini karşılayan ülkemiz, ayrıca incir, kayısı, üzüm ve leblebi üretiminde de önde gelen ülkeler arasında yer almaktadır. Yine antepfıstığı ve ayçekirdeği gibi ürünlerde de iç pazara yeter durumda olmasına rağmen yerfıstığı ve kabak çekirdeğinde kısmen ithalatçı ülke konumundadır. Ülkemiz badem, ceviz, kaju ve kuru erik gibi ürünlerde ise net ithalatçı durumundadır (Anonim 2016). TKSİAD (2014) raporunda, kuruyemiş sektöründe faaliyet gösteren firmaların içinde araştırma ve geliştirme birimi olan firma sayısının çok kısıtlı olduğu, büyük çoğunluğu mikro ve küçük işletme ölçeğinde olan kuruyemiş sektörü firmaların araştırma ve geliştirme birimlerinin finansmanı konusunda güçlük çektiği belirtilmektedir. Buna karşın, sektördeki büyük firmaların kurumsallaşma ve büyüme çabalarıyla paralel olarak araştırma ve geliştirme birimlerini kurmaya başladıklarını ve özellikle daha sağlıklı işleme yöntemlerinin geliştirilmesi, raf ömrünün uzatılması ve ambalaj konuları çerçevesinde çalışmaların sürdürülme çabalarının bulunduğu da belirtilmektedir.

Türkiye özellikle kuru ve kurutulmuş meyvelerde, işlenmeye uygun meyve ve sebze ticaretinde önemli bir konumdadır. Ancak, işlenmiş organik gıdalar için mevcut pazarların korunması, yeni olanakların bulunması ve pazarlama olanaklarının artırılması organik tarımsal ürün ticaretinin sürdürülebilmesi açısından önemlidir (Ataseven ve Güneş 2008). Türkiye'de organik geleneksel ihraç ürünlerimizden kuru üzüm ve kuru incir ihracatı ile başlamış ve daha sonraki yıllarda hızla gelişme göstermiştir. rn sayısı, bu hammaddelerden elde edilen işlenmiş ürünlerle birlikte düzenli bir artış göstermektedir. Üretilen organik sertifikalı ürünlerin tamamına yakını başta Avrupa Birliği lkeleri, ABD ve Japonya olmak üzere gelişmiş ülkelere ihraç edilmektedir. Başlangıçta organik tarımın gelişmesine yardımcı olan kuru ve kurutulmuş meyveler ile organik pamuk pazarında Türkiye halen lider ülke konumundadır. Özellikle dış pazara yönelik organik üretim, sözleşmeli olarak yapılmaktadır. Ülkemizin dünyadaki organik gıda ticaretindeki payı oldukça düşük olmakla birlikte, başlıca kuruyemiş ve yaş/kuru meyve ürünleri ihraç edilen organik ürünlerdir. 2016 yılı verilerine (Anonim 2017a) göre, en çok ihracatı yapılan organik bitkisel ürünler fındık ve fındık ürünleri, incir, kuru üzüm, kayısı ve kayısı ürünleri, meyve ve meyve ürünleri, baharatlar, soya fasulyesi, sebze ve sebze ürünleri, antepfıstığı, pamuk ve pamuk ürünleri, mercimek, susam, buğday ve ürünleri ve nohuttur. Buna karşılık, yine 2016 yılı verilerine göre, en çok ithalatı yapılan organik bitkisel ürünler ise soya fasulyesi, buğday, ayçiçeği ve ürünleri, mısır,

keten tohumu, mercimek, arpa, nohut, pirinç, susam, kuru meyve, hindistan cevizi yağı, tıbbi ıtri bitkiler, hardal, çörek otu yağıdır.

Ülkemizde üretilen organik bitkisel ürünlerin önemli bir bölümü meyvelerden, diğer kalan bölümü ise tarla bitkileri ve sebzeler oluşmaktadır. Ülkemizde yetiştirilen organik ürünlerin büyük bölümü ihraç edildiği için, organik üretim yurt dışından gelen talebe göre şekillenmektedir (Demiryürek 2011). Başlangıçta kurutulmuş meyveler ile başlayan üretim günümüzde çeşitlenmiş olup dokuz ana kategoride toplanmıştır. Bunlar; kurutulmuş meyveler, sert kabuklu meyveler, taze ve işlenmiş meyve ve sebzeler, bakliyat, hububat, yağlı tohumlar, endüstri bitkileri, baharat ve şifalı bitkiler, diğer ham veya işlenmiş ürünleridir. Organik olarak üretilen bitkisel ürünlerin çeşitleri içinde % 60 ile kuru meyveler ile % 20 ile tarla ürünleri ilk sıralarda yer almaktadır. Sert kabuklu meyveler kategorisinde fındık, ceviz, antepfıstığı, badem, yerfıstığı, kestane, yağlı tohumlar kategorisinde ayçiçeği ve susam, diğer kategorisinde çam fıstığı, haşhaş tohumu, fındık unu, kayısı çekirdeği vb. ürünler yer almaktadır (Ersun ve Arslan 2011).

Ülkemizde organik olarak üretilen bitkisel ürün kategorileri içerisinde kuruyemişler önemli grubu teşkil etmektedir. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de güvenilir gıdaların tercih edilmesi yönünde büyük bir eğilim bulunmakta ve bu ürünleri tercih etmektedir. Bu bağlamda, ülkemizde kaliteli ve gıda güvenliği sağlanmış, doğal olarak üretilmiş ve ambalajlı olarak sunulan kuruyemiş talebi hızlı artış göstermektedir. Alternatif tarım sistemi olarak organik tarımın gündeme gelmesiyle birlikte ulusal kuruyemiş sektörü organik kuruyemiş ürün yelpazesini çeşitlendirme ve genişletme imkânı bulmuştur.

Çok sayıda araştırma genel olarak organik gıdaların konvansiyonel gıdalara göre daha güvenli olduğunu göstermektedir. Organik gıdaların sağlıklı, lezzetli ve insan ile çevre için güvenli olması hususunda yapılan araştırmaların sonuçları oldukça çelişkili ve ilgi çekicidir. Bununla beraber halen yapılan çalışmaların yeterli kapsamda olmadığı da bilinmektedir. Bazı çalışmalarda (Buttriss ve Hughes 2000, Magkos ve ark. 2003, Tosun ve Kaya 2010, Berker 2012) organik gıdalarda çevre faktörlerine bağlı olarak çeşitli kontaminasyonların görülebildiği ve çeşitli riskler içerebileceği belirtilmektedir. Organik gıda üretim yöntemi ile ilgili olmakla birlikte çevresel kontaminasyonlara karşı organik ve konvansiyonel gıdalar arasında önemli farkların olmayacağı da iyi bilinmektedir.

Tüketicilere yönelik gerçekleştirilen çalışmalarda organik gıdaların tüketiciler açısından daha güvenli, daha besleyici ve içeriğinde sağlığa zarar veren kimyasal maddeler

bulunmayan gıdalar olarak algılanmaktadır (Karcık 2017). Bununla birlikte, tüketiciler organik gıdaların sağlık ve beslenme yönünden özelliklerini de bilmek istemektedirler. Buna rağmen organik gıdaların güvenilirliği, besin içerikleri konusunda henüz yeterli sayıda ve kapsamda araştırmalar bulunmamaktadır. Mevcut araştırmaların çoğunluğu ise derleme tarzında olup, genelde benzer konularda hazırlanmıştır (Akan ve Yanmaz 2015). Gıda Teknolojileri Enstitüsü (2006) birçok araştırma sonucunun organik ve geleneksel gıdalar arasında kalitesel olarak fark olduğunu, her iki üretim sisteminin de birbirinden güvenlik ya da besin ögesi kompozisyonu açısından üstün olduğunu ifade edilebilmesi için daha çok veriye ihtiyaç bulunduğunu belirtmektedir (Türközü ve Karabudak 2014). İngiliz Gıda Standartları Ajansı tarafından 2009 yılında yapılan ve 1958-2008 arasında yayınlanan 162 bilimsel çalışmayı kapsayan derlemede; organik gıdalar ile geleneksel olarak üretilen bitkisel ve hayvansal gıdaların besin öğeleri içerikleri açısından neredeyse birbirine benzer oldukları, farklılık tespit edilen çalışmalarda ise bu farklılığın daha çok biyolojik olduğu ve daha çok hayvan veya bitkisel ürünlerin yetiştirilme ile toprak kalitesine bağlı olduğu bildirilmiştir (EFSA 2009). Organik ürünlerde gıda güvenliği ile ilgili çalışmaların sınırlı olması ve üzerinde çalışma yapılacak alanın çok yönlü ve geniş bir alan olması konuyla alakalı fikir ayrılıklarının süregelmesine neden olmaktadır. Genel olarak organik gıdaların konvansiyonel gıdalara kıyasla daha güvenli olduğu bilinmekle birlikte organik gıdalarda da çeşitli faktörler risk oluşturmaktadır. Bu risklerin planlı ve kapsamlı çalışmalar ile ortaya koyulması ve bu risklere karşı önlemler alınması ve dolayısıyla konuyla ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Tosun ve Kaya 2010).

Tarımsal ürünlerinin gıdaya işlenmesinde, gelişen teknoloji gereği pek çok işlemler uygulanmaktadır. Bu işlemler arasında değişik gıda işleme teknikleri, ambalajlama ve depolama teknikleri sayılabilir. Söz konusu işlemler, bitkilerin yetiştirilmesinden başlayarak gıda olarak tüketilmesine kadar pek çok aşamada gıdaların yapılarında değişmelere ve bulaşmalara neden olmaktadır (Ötleş 2011). Gıdaları muhafaza etme ve işlemedeki amaç, hammaddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde mümkün olduğunca az değişiklikler yaparak, elde edilen ürünün taze haline en yakın şekilde korunması ve bu özellikleriyle saklanabildiği süre olan raf ömrünün uzatılmasıdır. Bu işlem için gıda endüstrisinde uygulanan çok çeşitli muhafaza yöntemleri arasında en yoğun olarak kullanılan ısı işlemlerdir (Yılmaz Sarıözlü 2009). Gıdaların işlenmesi ve muhafazası için genellikle ısı işlemler olan kurutma, haşlama, pişirme, fırınlama, ızgara yapma, kavurma, kızartma, pastörizasyon, sterilizasyon ve deodorizasyon işlemleri 90-240°C’lerde uygulanmaktadır (Taşan 2008). Isıl

işlemler gıdalarda fiziksel ve kimyasal birçok değişime neden olabilmektedir. Isıl işlemlerin uygulanması ile gıdalarda, istenen renk, tat, yapı gibi özelliklerin oluşmasının yanında bilhassa yüksek sıcaklık uygulamaları, gıda maddesinin besleyici özelliğini olumsuz etkileyebilecek toksik kimyasal bileşiklerin oluşumuna yol açabilmektedir (Claeys ve ark. 2005). Akrilamid, hidroksimetilfurfural, kloropropanol ve esterleri, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, *N*- alkil- *N*- nitrozaminler, furan ve türevleri gibi bileşikler ısıl işlemler sonucunda oluşan proses kontaminantlarıdır. Bu kimyasal bileşikler kanserojenik ve/veya mutajenik etkiler oluşturmaktadır (Yavuz ve Özçelik 2013, Mogol 2014). Son yıllarda farklı ısıl işlemler sonucunda oluşan söz konusu bu toksik bileşikler ile ilgili çok sayıda çalışma yürütülmüştür.

Kuruyemişler yaş meyve ve sebzelerin kurutulması, bir bölümü ise kavrulması ile tüketim özelliği kazanmaktadır (Altan ve ark. 2012). Ülkemizde ve dünyada da kuruyemişler tüketime sunulmadan önce belirli sıcaklıklarda ısıl işleme tabi tutularak tüketicilere sunulmaktadır. Kavurma işlemi ile çiğ tat giderilmiş olup kuruyemişlerin çiğ haldeki nem oranı düşürülmekte ve aynı zamanda daha uzun süre dayandırılması da sağlanabilmektedir. Ülkemizde genellikle kuruyemiş ürünlerine geleneksel yollarla ve minimum işleme teknolojileri uygulanarak kavurma işlemleri gerçekleştirilmektedir. Endüstriyel uygulamalarda, örneğin fındıkta, 100-180°C arasında 5-60 dakika değişen sürelerde işlemler uygulanabilmektedir. Bu işlemlerde kuruyemiş çeşidi, özellikleri, hava sirkülasyonu ve benzeri faktörler belirleyici olmaktadır (Süvari 2015). Diğer taraftan, bazı tüketiciler daha yüksek sıcaklıklarda kavrulmuş ürünlere talep gösterebilmekte ve çifte kavrulmuş olarak tanımlanan kuruyemişleri tercih edebilmektedir

Karbonhidrat ve protein içerikli gıdalara yüksek sıcaklıklar uygulanması sonucu oluşan akrilamid, gıdaların doğal olarak yapısında bulunmayan bir bileşiktir. Bir proses kontaminantı olan akrilamid oluşumu için termal enerji gereklidir. Akrilamid bileşiği insanlarda nörotoksik etki göstermekte olup, Uluslararası Kanseri Araştırma Enstitüsü (IARC) tarafından insanlar için olası kanserojen maddeler (Grup 2A) sınıfına dâhil edilmiştir (Mestdagh ve ark. 2008). Genel kabul gören teoriye göre akrilamid oluşumu, yüksek sıcaklıkta gıdaların işlenmesi ve hazırlanması sırasında görülen Maillard reaksiyonu ile yakından ilişkilidir. Bu reaksiyon 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda meydana gelmektedir. Gerekli olan nem düzeyi sağlandığında 120°C'nin altındaki sıcaklıklarda akrilamid oluşumu görülebilmektedir (Pedreschi ve ark. 2007). Gıdaların yüksek sıcaklıklarda işlenmesi ve hazırlanmasında kullanılan yağların akrilamid oluşumunu arttırıcı yönde etki gösterdiği de

düşünülmektedir (Claeys ve ark. 2005). Çiğ ve ısıtılmamış gıdalarda akrilamid oluşumu görülmemiştir (Granda ve Moreira 2005). Ayrıca, kaynatılmış veya suda haşlanmış gıdalar ölçülebilir düzeyde akrilamid içermemektedir (Svensson ve ark. 2003). Buna karşın, akrilamid miktarları yüksek sıcaklık uygulanarak üretilen ve hazırlanan çeşitli gıdalarda iz miktarlardan 4000 µg/kg düzeylerine kadar geniş bir değişim göstermektedir (Grivas ve ark. 2002). Çeşitli çalışmalarda gıdaların akrilamid içeriğinin analizi ile ilgili verilerin bulunduğu çalışmalarda akrilamid bileşiğinin genel olarak kızarmış (patates, cips), fırınlanmış tahıl bazlı ürünler (örneğin kraker, bisküvi, kahvaltılık gevrekler, bisküvi, ekmek) ve fırınlanmış patatesten yüksek konsantrasyonlarda oluştuğu ve ısıtılmamış kahve gibi diğer bazı besinlerde düşük konsantrasyonlarda oluştuğu belirtilmektedir. Bununla birlikte, kavurma işlemi uygulanan çeşitli kuruyemişlerde akrilamid bileşiği belirlenmiştir (Amrein ve ark. 2005, Gökmen ve ark. 2006, Ölmez ve ark. 2008, Süvari 2015).

Organik gıdalar sadece ağır metal, pestisit gibi çevresel etkiler veya hatalı uygulamalar neticesinde bulaşan zararlı bileşikler bakımından sorgulanmamalıdır. Aynı zamanda gıda proses işlemlerinde oluşabilecek zararlı bileşikler veya besinsel değeri yüksek bileşenlerdeki meydana gelebilecek kayıplarda değerlendirmeye alınmalıdır. Gıdaların besinsel kalitelerinin değerlendirilmesinde, işlenmeleri ve hazırlanmaları sırasında oluşabilecek antinutrient bileşiklerin de dikkate alınması gerekmektedir (Finotti ve ark. 2006). Kuruyemişlere tüketime sunulmadan önce belirli sıcaklıklarda kurutma veya kavurma amaçlı olarak ısıtılmaları uygulanabilmektedir. Organik kuruyemişlerin de bazı çeşitlerine ısıtılmaları uygulanabilmektedir. Dolayısıyla organik kuruyemişlerde ısıtılmalarıyla oluşabilecek akrilamid içeriklerinin belirlenmesi ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş kuruyemişlerle kıyaslanması ve değerlendirilmesi organik gıda güvenliği bağlamında önem arz etmektedir. Tüketicilerin organik gıdaların güvenliği konusunda daha doğru bilgilendirilmesi gerekmektedir. Bu tez çalışmasında organik sertifikalı badem, fındık, antepfıstığı, yerfıstığı, ayçekirdeği, kabak çekirdeği kuruyemiş çeşitlerinde ve karşılaştırma/değerlendirme yapabilmek için de konvansiyonel yöntemlerle üretilen yine aynı kuruyemiş çeşitlerinde akrilamid içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

Yirminci yüzyılın bilhassa son çeyreğinde görülen çevre kirliliği, ekolojik dengenin ve yaşayan her türlü canlının sağlığını tehdit eder hale gelmiş, ekolojik ortamın sürdürülebilirliği tehlikeye girmiştir. Uzun dönemde doğal kaynakların korunmasının yanı sıra, çevreye zarar vermeyen tarımsal teknolojilerin kullanıldığı, tarımda sürdürülebilirlik kavramını karşılayan bir tarımsal yapının oluşturulması gerekliliği gündeme gelmiştir. İlaç, sentetik gübre gibi doğal olmayan girdilerin kullanılmasından kaçınan, kalite, sağlık ve çevresel standartlarla buluşan bir tarım tekniği olan organik tarım, sürdürülebilir tarımda kilit rol oynamıştır. Günümüzde gelinen noktada, ticaret hacmi hızla büyüyen ve talebi giderek artan bir organik pazar ortaya çıkmıştır (Gök 2008).

Organik gıda üretiminde en az gıda katkısı kullanılarak ve en yüksek gıda güvenliği standartları temin edilerek ve de en yüksek çevre koruma ihtiyaçları değerlendirilerek dikkate alınması zorunluluktur. Bu konuda uluslararası Organik Tarım Kuruluşları Federasyonu (IFOAM) tarafından organik tarım ürünleri ve bunların işlenmesi hakkında prensipler yayınlanmıştır. Bunlar; yüksek besin içerikli yeterli miktarda gıda üretimi, çok geniş sosyal ve ekolojik koşullara uygun organik ürünlerin üretilmesi ve işlenmesi, su ve su kaynaklarının sağlıklı kullanımı ve mümkün olan en fazla yenilenebilir tarımsal kaynakların ve diğer materyallerin kullanılarak organik ürünlerin üretilmesi, işlenmesi, her türlü kirliliğin azaltılması ve organik üretimde görev alan herkes için, yaşam kalitesinin ve temel ihtiyaçlar ile güvenli çalışma ortamı ve memnuniyetlerinin sağlanması, biyolojik olarak tam parçalanabilen ürünler üreterek, organik üretim, işleme ve dağıtım ağının sosyal ve ekolojik sorumluluklar çerçevesinde geliştirilmesidir (Vardin ve ark. 2008). Organik gıda üretimi, Avrupa Birliği içerisinde sertifikasyon sistemi kapsamında kontrol edilmektedir. Mevzuat, organik olarak, her türlü üretim, işleme, ithalat, ürün ve ara ürün paketlemesi, etiketlemesi yapan kişi, kurum ve kuruluşların yetkili sertifika kuruluşu tarafından belgelenmesi gerektiğini belirtmektedir. Organik standartlar tarımsal üretim ve depolama, dağıtım, ithalat, işleme ve satışın içinde bulunduğu geniş organik gıda zincirini kapsar (Anonim 1999).

Organik gıda üretimi, sadece uyulması gereken temel prensipler ve standartların sağlanması ile değil, üretimde tüketici güveni ve onların sağlık ve çevre beklentilerini dikkate alarak, aynı zamanda zirai kalıntı ve kimyasal gıda katkısı olmayan üretimle gerçekleştirilebilmektedir. Organik gıda üretimi; uygun olmayan pratik uygulama ve proses işlemlerinin kullanılmadığı, en az işlem gören ürün ve en uygun ambalajlama yapılan

üretimdir. Gıda üretiminde işlemler birbirlerinden teknik olarak belirli farklılıklar gösterdiğinden, organik ürünlerin üretiminde belirli gıda işlemlerine izin verilmezken, sadece çok iyi standardize olmuş gıda üretim temel işlemlerinin uygulanmasına izin verilmektedir (Vardin ve ark. 2008).

Gıda işleminin kökeni çok eskilere dayanmaktadır. Fermantasyon, güneşte kurutma ve tuzlama gibi uygulamalar gıda işleme amacıyla yüzyıllardır kullanılmaktadır. Isı uygulaması ile gıdaların işlenmesi de çok eski uygulamalardan biridir. İnsanoğlu, ısının gıdada meydana getirdiği değişiklikleri daha iyi anladıkça, tarihsel süreç içerisinde uygulama şekli ve amacı bakımından farklılaşan birçok işlem tekniği geliştirmiştir. Gıdaların ısı işlem uygulanarak tüketime hazır hale getirilmesi uygulamaları ateşin keşfi ve onu faydalı hale getirmek için kontrol altına alma çabalarına paralel olarak gelişmiştir. Gıda olarak kullanılan hammaddenin belli koşullarda ısıtıldıktan sonra tüketilmesinin belirgin faydaları bulunmaktadır. Bunların başında gıdaların temel bileşenlerinden olan proteinlerin sindirilebilirliklerinin ve buna bağlı olarak biyoyararlılıklarının artması gelmektedir. Ayrıca gıdaların bileşiminde doğal olarak bulunan bazı bileşenlerin toksik etkilerinin ısı işlemler ile azaltılması mümkün olmaktadır. Isıl işlemlerin gıdalarda neden olduğu en önemli değişikliklerden biri de tat ve lezzet oluşumudur (Gökmen 2010). Isıl işlemler gıdaların tüketime hazırlanması sırasında hem evsel olarak hem de endüstriyel ölçeklerde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Isıl işlemler tüketilecek gıdaya istenilen tat, aroma ve tekstür özelliklerini kazandırmanın yanı sıra, enzimlerin inaktivasyonunda ve patojen mikroorganizmaların yok edilmesinde de etkilidir (Göncüoğlu 2011).

Isı uygulanarak belirli bir hammadde veya formülasyonun son ürüne dönüştürülmesi süreci gıdanın bileşiminde pek çok kimyasal değişimi de beraberinde getirmektedir. Özellikle arzu edilen son ürün özelliklerine göre uygulanan ısı işlem koşulları dikkate alınır, ısı işlem yolu ile işlenen gıdaların 60-80°C gibi ılımlı sıcaklıklardan 200-250°C gibi yüksek sıcaklıklara kadar çok geniş aralıkta değişen sıcaklıklara farklı sürelerde maruz kalmaktadır. Kuşkusuz bu derece geniş sıcaklık aralıklarında uygulanan bir işlemin etkileri gıdalardaki mikroorganizmalar ile enzimlerin inaktivasyonu ve ısıya duyarlı bazı bileşenlerin kısmen kaybedilmesi ile sınırlı olmayacaktır. Isıl işlem süreçlerinin optimizasyonu üzerine çalışan gıda bilimciler, vitaminler gibi ısıya duyarlı gıda bileşenlerinin kaybını sınırlamak için önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Isıl işlemler gıdanın temel bileşenlerinde belirgin değişimlere neden olmaktadır. Protein denatürasyonu, lipid oksidasyonu, Maillard reaksiyon, karamelizasyon, vitamin degradasyonu ısıtma sırasında meydana gelen belli başlı

değişimlerdir. Gıda proseslerinin gıda bileşimlerinde sebep olduğu kimyasal değişimlerin belirlenmesine paralel olarak, ısıtma işlemi gibi gıda üretiminde geleneksel olarak yüzyıllardır kullanılan tekniklerin neden olduğu bazı riskler ortaya çıkarılmıştır. Bunlar kuşkusuz eskiden beri varolan, ancak yeni öğrenilmiş riskler olarak değerlendirilmelidir (Gökmen 2010).

Termal proses sonunda gıdalarda istenen renk, tat, koku ve tekstür oluşmaktadır. Buna karşın, son yıllarda yapılan çeşitli çalışmalar gıdaların ısıtılması sırasında akrilamid, hidrosimetilfurfural, furan ve kloropronal türevleri gibi kanserojen bileşiklerin ortaya çıktığını göstermektedir. İnsan sağlığını tehdit eden bu maddeler, gıdanın bileşiminde doğal olarak varolan bileşiklerden, uygulanan ısının etkisiyle gerçekleşen reaksiyonlar sonucunda oluşmaktadır. Bu maddeler oluşumuna neden olan temel etkenin ısı olması sebebiyle “termal proses kontaminantları” olarak adlandırılmaktadır. Sağlık üzerine etkileri endişe yarattığından bu kontaminantların oluşumlarının azaltılması önerilmektedir. Anılan termal proses kontaminantları arasında akrilamid ve 5-hidroksimetilfurfural (HMF) son yıllarda bilim insanlarının dikkatini çekmiş ve tespiti, metabolizması, sağlık üzerine etkileri, düzeylerinin azaltılmasına yönelik stratejilerin geliştirilmesi gibi birçok araştırmaya konu olmuştur (Masatcıoğlu 2013, Mogol 2014). Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı tarafından akrilamid “insan için olası kanserojen” (Grup 2A), furan da “insan için muhtemel kanserojen” (Grup 2B) olarak gruplandırılmıştır. HMF ve kloropropanollerin de çeşitli toksik etkileri tespit edilmiş, in vivo çalışmaları da devam etmektedir (Mogol 2014).

Gıda endüstrisinin çok uzun yıllardır uyguladığı kızartma, kavurma ve fırınlama gibi çeşitli ısıtma işlemleri neticesinde oluşan termal proses kontaminantları gıda endüstrisini son yıllarda en çok meşgul eden konuların başında gelmektedir. İnsanların uzun yıllardır tükettiği birçok gıda ürünüde kanserojen maddelerin oluştuğunun belirlenmesi, tüketicinin işlenmiş gıda ürünlerine karşı büyük şüphe duymasına sebep olmaktadır. Bununla birlikte, gıda endüstrisinin bazı termal proseslere dayalı gıda güvenliği risklerine karşı yeterli hazırlık sahibi olmadığı da görülebilmektedir.

Yağlı meyveler ve özellikle de yerkıstığı, fıncık, badem, antepfısığı, kabak çekirdeğı, ayçekirdeğı gibi ürünler atıştırılabilir olarak ve sıklıkla da kavurulmuş olarak tüketilmektedir. Çörekotu ve susam gibi çeşitli yağlı tohumlarda unlu mamullerde kullanılmakta ve bu ürünlerin üretimi sırasında da ısıtma işlemine maruz kalmaktadırlar. Farklı ısıtma işlemleri bu ürünleri tüketime hazır hale getirmektedir. Kavurma işlemi renk, tat ve lezzet oluşumuna neden olan ve ayrıca besin değerini ve raf ömrünü etkileyen önemli ısıtma işlemidir. Kavurma işlemi

sırasında gıda maddelerinin bileşimleri değişebilir ve/veya proses kontaminantları oluşabilmektedir. Kavurma işleminde kullanılan sıcaklık ve süre parametreleri büyük önem taşımakta olup, kavurma işlemine sistematik yaklaşımlarla ilgili parametrelerin optimizasyonuna dair çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Ülkemizde çoğunlukla geleneksel yollarla ve minimum işleme teknolojileri uygulanarak kavurma işlemi ile üretilen kuruyemişlerin önemli bir değeri bulunmaktadır (Tezer ve ark. 2015).

Akrilamid, gıda bileşenlerinden kaynaklanan ve proses kontaminant olarak tanımlanan kanserojenik ve nörotoksik bileşiktir. Akrilamid çiğ gıda maddelerinde bulunmamakla birlikte ısı işlem görmüş gıdalarda miktarları büyük endişe oluşturmaktadır. Kurutulmuş meyvelerde, yağlı tohumlarda ve kuruyemişlerde (badem, fındık, yerfıstığı, çam fıstığı, antepfıstığı ve ceviz) akrilamid ekstraksiyon ve tayin metotları önem taşımaktadır (Paola ve ark. 2017).

Endüstriyel uygulamalarda genellikle fındıklar 100-180°C aralığında sıcaklıklar ve 5-60 dakika sürelerde, düşük hava hızı ve düşük sıcaklıklarda kavrulabileceği gibi, bu işlem iki aşamalı da gerçekleştirilebilir. Birinci kavurma işleminde 100-120°C aralığında sıcaklık ve 5-30 dakika süredir. Buradaki amaç fındık iç kabuğunun ayrılmasını sağlamaktır. İkinci kavurma işleminde ise 120-160°C aralığında sıcaklık ve 5-20 dakika süredir ki, hedef gerçek kavurma etkisinin sağlanmasıdır (Özdemir ve ark. 2001, Sayaslan ve ark. 2008).

Akrilamid bileşiği, 98-116°C sıcaklık aralığında ve yüksek nem koşullarında (örneğin (konserve siyah zeytin) işlenmiş bazı gıda ürünlerinde tespit edilmiştir (Roach 2003). 120°C'nin aşığındaki diğer oluşum yollarının akrilamid oluşumuna neden olacağı açıktır (JIFSAN, 2004).

İşlem sıcaklık derecesi ve süresi ile akrilamid oluşumu arasında doğrusal bir ilişki olmakla birlikte aynı gıda çeşitlerinin farklı ürünleri veya aynı ürünlerin farklı tarihlerde üretilmiş olanları arasında dahi akrilamid düzeyi açısından farklılıklar ortaya çıkmaktadır (Can 2007). Gıda maddelerinin özellikle içerdiği asparajin ve indirgen şekerler (bilhassa fruktoz ve glikoz) bakımından bileşimi, çeşidi, muhafaza koşulları, dönemsel değişiklikler de akrilamid içeriği üzerine farklılıklara yol açmaktadır (Palazoğlu, Gökmen, Şenyuva 2006).

Dünyada yaygın olarak tüketilen gıda maddelerinin büyük çoğunluğunda akrilamid içerikleri belirlenmiştir. Hatta geleneksel gıda maddelerinin akrilamid içerikleri konusunda da yayımlanmış çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Ülkemizde geleneksel ürünlerimizin akrilamid içerikleri konusunda sınırlı da olsa çalışmalar bulunmaktadır. Akrilamidin tahıl ve tahıl

ürünleri ile patates gibi karbonhidrat bakımından zengin gıdalarda yağda kızartma, fırında pişirme veya kavurma gibi nem miktarının düşük ancak sıcaklığın yüksek olduğu ısıl işlemler sırasında oluştuğu dikkate alındığında, kavrulmuş üretilen badem ve nohut ve benzeri kuruyemişlerde de akrilamid oluşumu kaçınılmaz görünmektedir (Nizamlıoğlu 2015).

Akrilamid bileşiğinin en fazla bulunduğu gıda maddeleri sırasıyla patates cipsi (50-3700 µg/kg), patates kızartması (< 10-2300 µg/kg), mısır cipsi (100-935 µg/kg), bisküvi, kraker ve diğer çeşitli unlu mamuller (<10-3000 µg/kg), ekme ve benzeri unlu mamuller (< 10-430 µg/kg), kahvaltılık tahıllar (< 10-1000 µg/kg) ve kahve(30-1000 µg/kg) olarak ifade edilmektedir (Sayaslan ve ark. 2008).

Bunların dışında ise kavrulmuş badem (260 µg/kg), ayçekirdeği (66 µg/kg), soya fasulyesi (25 µg/kg), fındık ve fındık ezmesi (64-457 µg/kg), kaplamalı yerfıstığı (140 µg/kg) ve tahıl içerikli ürünlerin (131 µg/kg) akrilamid içerdiği bildirilmektedir. Akrilamid oluşumu üzerine basta gıdadaki asparajin ve indirgen seker miktarı olmak üzere, gıdaya uygulanan sıcaklık ve süre, işlem öncesi haşlama, ortamın pH ve su aktivitesi değerleri, gıda matriksi, hammadde çeşidi, hammadde depolanması gibi faktörlerin etkili olduğu bildirilmektedir (Burdurlu ve Karadeniz 2006).

Günlük olarak tüketilmekte olan gıda maddelerinde (kavrulmuş kuruyemişler, ekme ve fırıncılık mamulleri, çeşitli cipsler, kahve, bisküvi, kraker, çikolata, bebek mamaları, patates kızartması, çeşitli tatlılar, pekmez, ızgara, kebab, döner gibi çeşitli et ürünleri) akrilamid içerikleri pek çok bilimsel çalışmada belirlenmiş ve ortaya konulmuştur. Pirinç pilavı, helva, ızgara, döner gibi gıda maddelerinde (4 µm/kg) düşük düzeylerde, patates kızartmasında yüksek düzeyde (3600 µm/kg) akrilamid bileşiğinin belirlendiği bildirilmektedir (Karagöz 2009, Shibamoto 2009).

Gıda ürünlerinin kalitesinin izlenmesi hem güç hem de oldukça karmaşıktır. Sağlık riski, çevre, hayvan refahı ve etik ile ilgili yasal standartlara uyum en önemli hususlardır. İkincil hususlar ise tat, koku, görüntü gibi duyuşsal etkiler önemlidir. Ayrıca bazı hususlar vardır ki gıdanın spesifik kalitesini oluşturmaktadırlar. Bunlar; gıda maddesinin üretimi sırasında kullanılan parametreler ve işleme uygulamaları, gıdanın orijini gibi hususlardır. Örneğin ısıl işlem uygulaması gıda işleme uygulamalarında en çok kullanılan parametrelerdendir. Fındıkların kavurulmasında önemli bir teknolojik süreçtir. Birkaç kimyasal tepkimeye neden olmaktadır. Polar bileşiklerin oluşumu ki bunlar ketonlar, alkoller,

aldehitler, esterler, sülfür türevleri oluşmaktadır. Bu bileşikler fındıkların karakteristik tat, renk ve tekstürünü oluşturmaktadır (Nicolotti 2013).

Takatsuki ve ark. (2003) tarımsal ürünlere uyguladıkları ısı işlemlerin akrilamid bileşiği oluşumuna etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, 5 dakika süre ile uygulanan 220°C'lik işlem neticesinde kabak çekirdeklerinde 200 ng/g üzerinde akrilamid bileşiği tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada asparajın miktarı 40-127 ng/g olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada yüksek asparajın oranı bulunan gıdalarda ısı işlemler neticesinde yüksek miktarlarda akrilamid bileşiğinin oluştuğu bildirilmektedir.

Ünver (2016) çalışmasında, farklı kavurma sıcaklıklarının ve süresinin ve ayrıca kavrulmuş bademlerin depolama süresinin akrilamid içeriğine etkilerini incelemiştir. Kavrulmuş bademlerde akrilamid içeriği sıvı kromatografisi (LC-DAD) ile tespit edilmiş ve örneklerin akrilamid içerikleri 24,61-882,10 ppb aralığında olduğu belirlenmiştir. Bademlerin akrilamid içeriklerinin kavurma sıcaklıklarının ve sürelerinin artışları ile arttığı ifade edilmektedir. Çalışmada sırasıyla 130°C, 155°C ve 180°C sıcaklıklar ve 5, 25 ve 45 dakikalık süreler uygulanmıştır. Bununla birlikte, 12 aylık depolama sürecinde ise bu içeriklerde düşüşler görüldüğü belirlenmiştir. Çalışmada bademlerin kavurulması sırasında, kavurma sıcaklık ve sürelerinin sınırlandırılmasının öngörülmesi amacı ile hızlı kontrol parametresi olarak renk değerlerinin kullanılabileceği ifade edilmektedir.

Nizamlıoğlu (2015) çalışmasında, farklı sıcaklık (150°C, 160°C ve 170°C) ve sürelerde (10, 20, 30 ve 40 dakika) kavrulmuş ve sonra 4°C'de ve oda sıcaklığında (20-22°C) altı ay depolanmış badem örneklerinde fiziksel, kimyasal ve duyusal, analizler yapılmıştır. Çalışma ülkemizde ekonomik değeri en fazla olan iki çeşit (Nonperial, yabancı çeşit, Akbadem, yerli çeşit) değerlendirilmiştir. Çalışmada kavurma sıcaklığı ve süresi arttıkça badem örneklerinin akrilamid içeriğinde artış görülmüştür. En yüksek akrilamid miktarı, 170°C'de 40 dakika kavru lan nonperial ve akbadem örneklerinde sırasıyla 1020,3 µg/kg ve 744,0 µg/kg olarak belirlenmiştir. Badem örneklerinin altı aylık depolama süresince, akrilamid içeriğinde önemli miktarda azalma da gözlemlenmiştir. Kavurma sıcaklığı, süresi ve depolama süresine bağlı olarak her iki badem örneğinin yağ asiti bileşimlerinde önemli bir değişikliklerin oluşmadığı ifade edilmektedir.

Tareke ve ark. (2002), protein bakımından zengin gıdaların ısı işlem sonrasında düşük seviyelerde akrilamid (5-50 ppb) içerdiğini ifade ederken, f karbonhidrat içeriği zengin

gıdalarda ise akrilamid içeriğinin çok daha yüksek (150-4000 ppb) seviyelerde olduğunu belirtmektedirler. Çiğ ya da ısıtma işlemi uygulanmamış gıdalarda akrilamid oluşumunun gerçekleşmemesi karbonhidrat bakımından zengin gıdaların pişirilmeleri sırasında bazı reaksiyonların akrilamid oluşumundan sorumlu olduğunu göstermektedir (Karakul 2006). Herhangi bir ısıtma işlemi görmemiş gıdalarda akrilamid bulunmamakta veya çok az ($< 10 \mu\text{g}/\text{kg}$) bulunmakta, suda haşlanan veya sulu ortamlarda pişirilen gıdalarda ise oldukça düşük düzeylerde ($< 30 \mu\text{g}/\text{kg}$) oluşmaktadır (Sayaslan ve ark. 2008). Akrilamid düzeyleri gıda kategorileri ve aynı şartlarda üretilmiş ürün grupları içinde önemli farklılıklar göstermektedir (Taşan 2008).

Lasekan ve Kassim (2010) çalışmalarında, badem örneklerinde en az akrilamid içeriğini $41,85 \mu\text{g}/\text{kg}$ olarak belirlemişlerdir. Diğer taraftan, Thomas ve ark. (2005) çalışmalarında, kavrulmuş badem, badem içeren çeşitli fırın ürünleri, badem ezmesi ve benzeri badem ürünlerinde akrilamid içeriğini belirlemişler olup ve en yüksek akrilamid düzeyinin koyu renkli kavrulmuş badem örneklerinde belirlenmişlerdir.

Lukac ve ark. (2007) çalışmalarında, akrilamid bileşiği oluşumunun iç sıcaklığın 130°C 'yi aştığında başladığı ve bu bileşiğin miktarının renkte artan koyulukla arttığını belirlenmiştir. Aynı zamanda, daha yüksek bir başlangıç nem içeren bademlerin kavrulduktan sonra daha az düzeyde akrilamid içerdiğini bulunmuştur.

Zhang ve ark. (2008) çalışmalarında, mikrodalga ile ısıtma sistemlerinde ve asparajin-glikoz, asparajin-fruktoz ve asparajin-sakkaroz model sistemlerinde akrilamid bileşiği oluşum düzeylerini belirlemişlerdir. Örneğin asparajin-glikoz sisteminde, akrilamid düzeyinin yüksek sıcaklık ve kısa ısıtma süresiyle ($> 190^{\circ}\text{C}$, < 20 dakika) veya düşük sıcaklık ve uzun ısıtma süresiyle ($< 180^{\circ}\text{C}$, > 30 dakika) arttığını tespit etmişlerdir. Örneğin Asparajin-fruktoz sisteminde, yüksek sıcaklık ve kısa ısıtma süresi ($> 175^{\circ}\text{C}$, < 20 dakika) veya düşük sıcaklık ve uzun ısıtma süresiyle ($< 170^{\circ}\text{C}$, > 25 dakika) birlikte yapılmıştır. Akrilamid bileşiğinin asparajin-glikoz ve asparajin-fruktoz sistemlerinde 180°C 'lik sıcaklık ve 5 dakika süre ile oluşabileceği belirlenmiştir.

Ölmez ve ark. (2008) çalışmalarında, ülkemiz iç pazarından elde ettikleri çeşitli gıda maddelerinde akrilamid içeriklerini incelemişlerdir. İşlenmiş gıda maddeleri ile birlikte bilhassa geleneksel çeşitli Türk tatlılarının akrilamid düzeyleri araştırılmıştır. Örnekler GC-

MS metodu ile incelenmiştir. Çalışmada işlenmiş gıda maddelerinin akrilamid düzeylerinin farklı gıda grupları arasında, markalar arasında ve aynı markalar içinde önemli farklılıklar gösterebildiği ifade edilmektedir. Ayrıca bu çalışmada altı aylık depolama sürecinde akrilamid içeriklerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Bu çalışmada kavrulmuş bademlerde 207-313 µg/kg (ortalama 260 µg/kg), fındıklarda 10-421 µg/kg (ortalama 128 µg/kg), kavrulmuş yerfıstıklarında 10-120 µg/kg (ortalama 66 µg/kg), yerfıstığı ezmesinde 45-63 µg/kg aralığında (ortalama 54 µg/kg) akrilamid bileşiği belirlenmiştir.

Yates (2012) çalışmasında, kavrulmuş ve tuzlu bademlerde akrilamid düzeylerini 236 µg/kg, tütülenmiş bademlerde 457 µg/kg, kavrulmuş ve tuzsuz fıstıkta 28 µg/kg olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada atates kızartmalarındaki akrilamid düzeyleri 155-497 µg/kg olarak verilmektedir.

Süvari (2015) çalışmasında, ayçekirdeği, badem içi ve yerfıstığı örneklerine farklı kavurma sıcaklıklarının uygulanmasının akrilamid bileşiği oluşumuna etkilerini araştırılmıştır. Çalışma UHPLC-MS/MS cihazında gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, çiğ örneklerde akrilamid içeriği tespit edilemez iken kavurma işlemi uygulanan örneklerde akrilamid bileşiğinin belirlendiği, uygulanan ısı işlem sıcaklığının artması ile akrilamid içeriklerinin de arttığı belirlenmiştir. Çalışmada akrilamid içerikleri sırası ile ayçekirdeğinde 27,8-61,5 ng/ml (ortalama 39,92 ng/ml), bademde 44-273 ng/ml (ortalama 130,19 ng/ml), yerfıstığında 21,4-60,5 ng/ml (ortalama 34,69 ng/ml) olarak belirlenmiştir.

Amrein ve ark. (2005) çalışmalarında yüz gün süre ile oda sıcaklığı koşullarında kapalı kaplarda bekletilen kavrulmuş bademler de akrilamid bileşiğinin düzeyinin %20-57 aralığında azalma gösterdiğini belirlenmiştir.

Karasek ve ark. (2009) çalışmalarında kavrulmuş kestane ve kestane içeren ürünlerde akrilamid içeriklerini incelemiştir. Patates ile benzer bileşime sahip kestanede gerçekleştirilen bu çalışmanın sonucunda kavrulmuş kestanelerdeki akrilamid bileşiği < 8-1278 µg/kg ile geniş bir aralıkta, kestane ürünlerinde ise daha düşük aralıklarda olmak üzere < 4-159 µg/kg akrilamid bileşiği belirlenmiştir. Ticari olarak tüketime sunulan kavrulmuş kestane örnekler akrilamid bileşiği 90 µg/kg düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1.Materyal

Bu çalışmada ülkemiz genelinde çeşitli pazarlama yöntemleri ile satışa sunulan ve kolay ulaşılabilecek organik sertifikalı kuruyemiş çeşitlerinin ve markalarının belirlenmesi amacıyla ön araştırma yapılmıştır. Bu ön araştırmada kurutma veya kavurma gibi ısı işlemlerin uygulanabileceği organik sertifikalı kuruyemiş çeşitleri üzerinde durulmuştur. Buna göre altı farklı organik sertifikalı kuruyemiş çeşidi ön plana çıkmış ve bu organik sertifikalı kuruyemiş çeşitleri badem (*Prunus dulcis*), fındık (*Corylus avellana*), antepfıstığı (*Pistacia vera*), yerfıstığı (*Arachis hypogaea*), ayçekirdeği (*Helianthus annuus*) ve kabak çekirdeği (*Cucurbita pepo*) olarak belirlenmiştir.

Çalışma her bir organik sertifikalı kuruyemiş çeşidinin piyasada satışa sunulan beş farklı markadan örneklerin temin edilmesine göre planlanmıştır. Karşılaştırma ve değerlendirme yapabilmek için de konvansiyonel yöntemlerle üretilen yine aynı kuruyemiş çeşitlerinden de beş farklı markadan örnekler temin edilmiştir. Örnek teminlerinde tüm markalardan üç farklı parti numarasına sahip örneklerin olmasına dikkat edilmiş olup, ayrıca ambalaj etiketlerinde logo ve sertifika numarası bulunmasına özen gösterilmiştir.

Alınan tüm örnekler numaralandırılmış ve analiz edilinceye kadar orijinal ambalajlarında muhafaza edilmiştir. Sonuçların açıklandığı çizelgelerdeki değerler her bir örnek için ortalama değerler olarak verilmiştir. Akrilamid analizleri kabuklu olarak temin edilen kuruyemiş örneklerine kabuklar ayrıldıktan sonra uygulanmıştır

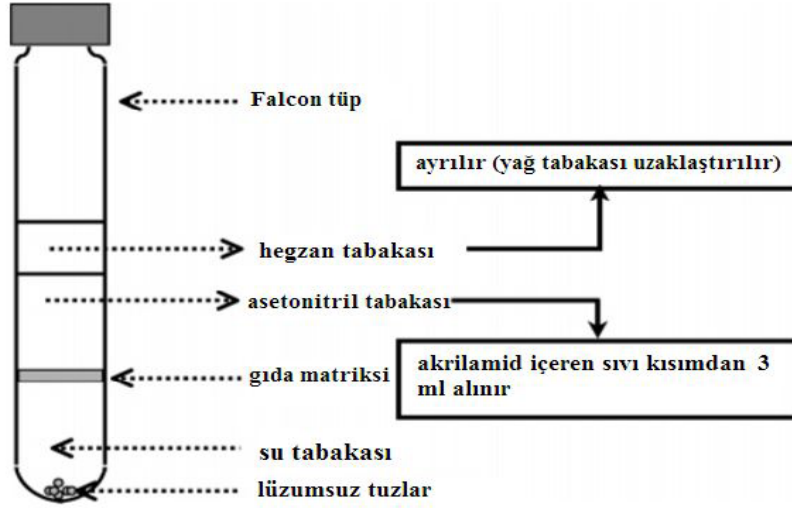
Akrilamid analizleri Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Akrilamid analizi sırasında kullanılan kimyasal maddeler; magnezyum sülfat anhidrus ($MgSO_4$) (purity > 99, 5%), akrilamid analitik standardı (purity > 99,8%) ve formik asit Sigma-Aldrich (UK) firmasından, sodyum klorid, alüminyum oksit (Al_2O_3) ve *n*-hegzan Merck (Darmstadt, Germany) firmasından, asetonitril (ACN) PanReac (Barcelona, İspanya) firmasından temin edilmiştir. Analizlerde ultra saf su (MilliQ sistemi, Millipore, Bedford, MA, ABD) kullanılmıştır.

3.2.YÖNTEM

3.2.1.Akrilamid analizi için örnek hazırlama

Örnek hazırlamada daha önce benzer çalışmalar incelenmiş, Ali Omar ve ark. (2015)'nin uyguladığı metot üzerinde çeşitli modifikasyonlar yapılarak optimize edilmiş ve analizler gerçekleştirilmiştir. Öğütücüde (Siemens MC 23200) öğütülen ve homojenize edilmiş kuruyemiş örneklerinden 1 gr tartılarak 50 ml'lik santrifüj tüpüne konulmuştur. Yağı ayırmak için üzerine 5 ml *n*-hegzan eklenmiş ve vorteks (Heidolph Reax Top) ile 1 dakika boyunca çalkalanmıştır. Daha sonra tüp içine 10 ml ultra saf su, 10 ml asetonitril (ACN), 5 g susuz magnezyum sülfat (MgSO₄) ve 1 g sodyum klorid (NaCl) karışımı eklenmiştir. Tuzlar eklendikten sonra kristalizasyonu önlemek için tüpler yine 1 dakika vorteks ile karıştırılmıştır. Karışımı tamamlanan tüpler 4500 rpm'de 6 dakika santrifüj edilip tabakalara ayrılması sağlanmıştır.

Şekil 3.1.'de görüldüğü gibi santrifüj sonrasında üst tarafta toplanan *n*-hegzan tabakası alınarak atılmıştır.



Şekil 3.1. Santrifüj sonrası gıda ekstraktının Falcon tüpte çözücü tabakalarının sıralanmasını gösteren şematik resim (Mastovska ve Lehotay 2006)

Akrilamid içeren orta bölmeden 3 ml'lik sıvı kısım, içerisinde 150 mg alüminyum oksit bulunan 15 ml'lik küçük santrifüj tüplerine transfer edilmiştir. Karışım 30 saniye vorteks ile karıştırıldıktan sonra 4500 rpm'de 3 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üstte kalan sıvıdan 2 ml enjektör ile çekilip, 0,45 µm'lik Macherey-Nagel (Chromafil AO

45/25) filtrelerden geçirilerek cam tüplere aktarılmış ve nitrojen gazı altında hafif akım ile kuruluğu sağlamak için evapore edilmiştir. Kuruyan cam tüplere 200 µl ultra saf su eklenerek kalıntı sulandırılmış ve 1 dakika vorteks ile karıştırılmıştır. Buradan mini santrifüj viallerine alınan örnekler 14800 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiş ve bu viallerden içerisine cam insert yerleştirilmiş viallere aktarım yapılmıştır. Bundan sonra da UHPLC-MS/MS (Ultra High Pressure Liquid Chromotography Mass Spectrometry, AB Sciex, 3200 QTrap) cihazına numuneler iki kez enjeksiyon yapılarak akrilamid miktarı ölçülmüş ve ortalama değerler ng/ml olarak standart sapmaları ile bildirilmiştir (Ali Omar ve ark. 2015).

3.2.2.Akrilamid analizi için kalibrasyon eğrisinin hazırlanması

Akrilamidin kantitatif olarak tespit edilebilmesi için UHPLC-MS/MS cihazına farklı konsantrasyonlarda kalibrasyon standartları enjekte edilerek lineer bir kalibrasyon eğrisi ($R^2 = 0,9997$) çizilmiştir. Bu kalibrasyon grafiği yardımıyla örnekteki akrilamid pikine ait alandan miktar hesaplaması yapılmıştır. Öncelikle 10 mg akrilamid standardı tartılarak 100 ml'lik balon jöjede çizgisine ultra saf su ile tamamlanmıştır. Böylece 100 ppm'lik ana stok çözeltisi elde edilmiştir ve -18°C 'de muhafaza edilmiştir. Böylelikle stok çözeltilerin dayanıklılığı arttırılmıştır. Ana stoktan ultra saf su ile seyreltme yapılarak 2 ppm'lik ara stok akrilamid elde edilmiştir. Daha sonra ara stok çözeltiden alınan miktarlara seyreltmeler yapılarak 0-1-5-10-25-50-75-100 ppb konsantrasyonlarda kalibrasyon standartları elde edilmiştir. Hazırlanan ara stok çözeltiler $+4^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir.

3.2.3.Kromatografik koşullar

Akrilamidin ayrılması UHPLC-MS/MS (AB Sciex, 3200 QTRAP) sisteminde uygulanmıştır. UPLC- MS/MS cihazında aşağıdaki koşullara göre çalışmalar yapılmıştır;

Enjeksiyon hacmi	: 20 µl
Kolon	: Venusil AQ C18 3 µm 100 Å (2,1 mm x 50 mm)
Dedektör	: MS/MS dedektör
Mobil Faz A	: % 0,1'lik formik asit içeren ultra saf su (% 90 oranında)
Mobil Faz B	: % 0,1'lik formik asit içeren asetonytril (% 10 oranında)
Akış hızı	: 0,25 ml mobil faz/dakika
Pompa	: Turbo pompa
Kolon sıcaklığı	: 40°C

Source parametreleri

Gaz sıcaklığı	: 550°C
İyonlaşma türü	: Turbo iyon sprej pozitif polarite
Kapiler voltaj	: 5500 V
Curtain Gas (CUR)	: 20 psi
Nebulizer basıncı 1 (GS 1)	: 40 psi
Nebulizer basıncı 2 (GS 2)	: 60 psi
Inferfaceheater (Ihe)	: On

3.2.4. Metodun % geri kazanım, teşhis (LOD) ve tespit (LOQ) değerlerinin belirlenmesi

Uygulanan metotta geri kazanım değerlerinin belirlenmesi için içerisinde hiç akrilamid bileşimi bulunmayan badem, ayçekirdeği, yarfıstığı, fındık, antepfıstığı, kabak çekirdeği çiğ örneklerinde çalışılmıştır. 1 gr örneğin üzerine *n*-hegzan eklenerek yağın ayrılması işleminden sonra 100 ppm'lik stok akrilamid standart çözeltisinden 500 µl eklenmiştir. Daha sonra ekstraksiyona devam edilmiştir. Bu işlem sonucu elde edilen ekstrakt mobil faz ile seyreltilerek kalibrasyon eğrisi için gerekli olan standartlar hazırlanmıştır. Bu standartlara göre okutulması gerçekleştirilen örneklerin teşhis (LOD, Limit of Detection) limiti 0,33 ng/ml (ppb), tespit (LOQ, Limit of Quantitation) limiti 1 ng/ml (ppb); ayçekirdeği, badem, yarfıstığı, antep fıstığı, fındık ve kabak çekirdeğinin % geri kazanım değerleri ise sırasıyla %143, %136, %137, %135, %118 ve %128 olarak belirlenmiştir.

3.2.5. İstatistiksel değerlendirme

Analizler her örnek için üç tekrar olarak yapılmıştır. Sonuçlar ise tekerrürlerin aritmetik ortalamaları ve standart hataları (\pm) hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri STATISTICA Software programı (1994) kullanılarak ANOVA ve Duncan testi ile yapılmıştır. Çizelgelerde ortalama veriler arasındaki farkın önem durumu harflendirme sistemi ile gösterilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş badem (iç) örneklerinin akrilamid içerikleri

Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemle üretilmiş farklı markalardan üç farklı parti numarasına sahip badem (iç) örneklerinin akrilamid içerikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Badem (iç) örneklerinin akrilamid içeriklerindeki değişimler Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde akrilamid içeriğinin ortalama olarak en yüksek 463,05 ng/ml ile 10 nolu konvansiyonel yöntemle üretilmiş örnekte, en düşük değerin 0,33 ng/ml ile 2 nolu organik sertifikalı örnekte belirlendiği görülmektedir. Farklı firmalara ait organik sertifikalı örneklerin içerdikleri değerler 0,33-3,22 ng/ml aralığında ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş örneklerin içerdikleri değerler ise 76,81-463,05 ng/ml aralığında değişimler göstermiştir. Organik sertifikalı örneklerin ambalajlarında kavrulmuş veya çiğ ifadeleri yer almamaktadır. Konvansiyonel yöntemle üretilen 8 ve 10 nolu örneklerde ise kavrulmuş ifadesi bulunmaktadır.

Varyans analizi sonucunda, farklı firmalar arasında akrilamid içeriklerinin ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,0001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, akrilamid içerikleri bakımından hem organik sertifikalı üretim yapan hem de konvansiyonel yöntemle üretim yapan firmalar arasında 5’er farklı gruplar oluşmuştur.

Organik sertifikalı badem (iç) örneklerinin akrilamid içerikleri ortalama olarak 1,68 ng/ml belirlenmiş iken, konvansiyonel yöntemle üretilmiş örneklerde ise 266,14 ng/ml düzeyinde belirlenmiştir. Belirlenen farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,0001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Üretim yöntemlerinin farklılıklarının etkisini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucu organik ve konvansiyonel üretim yöntemlerinin iki ayrı grup oluşturduğu belirlenmiştir.

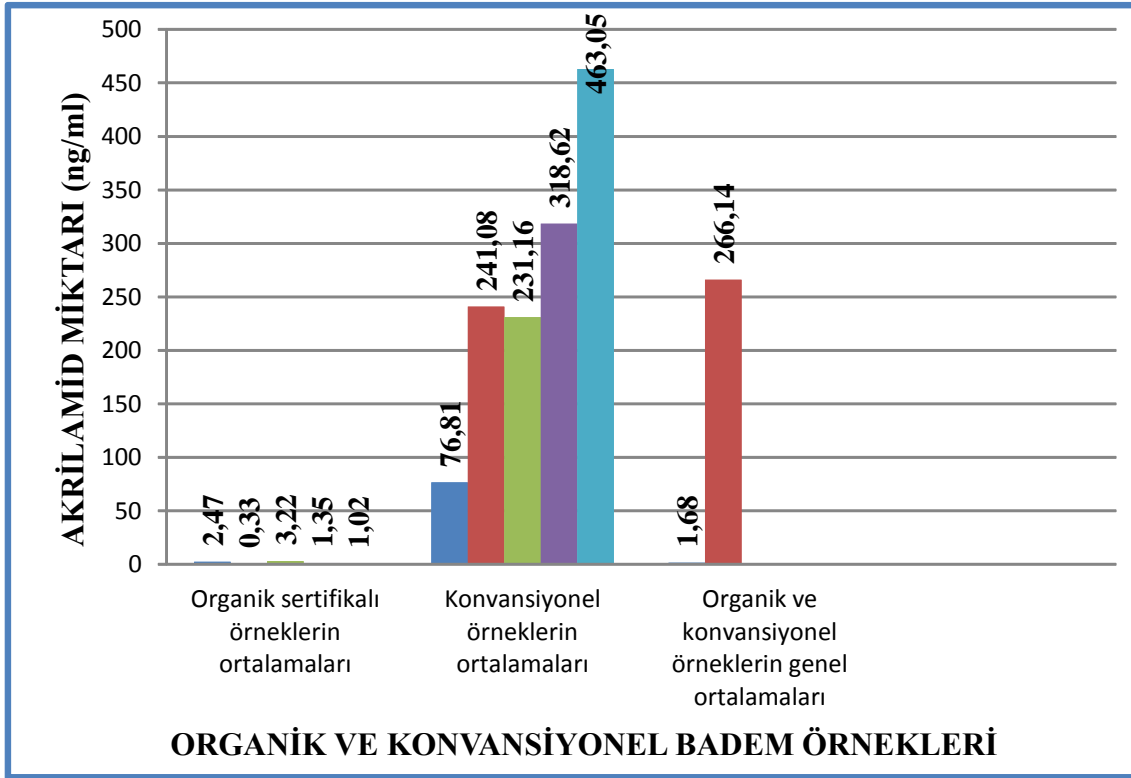
Çizelge 4.1. Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemle üretilmiş badem (iç) örneklerinin akrilamid içerikleri (ng/ml)

BADEM (iç) ³										
Tekerrür	Organik sertifikalı firma örnekleri ¹					Konvansiyonel yöntemle üretilen firma örnekleri ²				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2,55	0,34	3,20	1,26	1,06	74,15	242,11	235,13	315,27	490,12
2	2,41	0,33	3,12	1,46	1,02	80,30	225,32	226,27	341,53	422,15
3	2,45	0,33	3,34	1,33	0,98	75,98	255,81	232,08	299,06	476,88
Ortalama	2,47±0,07 b	0,33±0,04 e	3,22±0,11 a	1,35±0,10 c	1,02±0,04 d	76,81±3,16 e	241,08±15,27 c	231,16±4,50 d	318,62±21,43 b	463,05±36,03 a
SEM	0,278					33,927				
P düzeyi	< 0,0001					< 0,0001				
Genel Ortalama	1,68±1,16 b					266,14±140,74 a				
SEM	29,679									
P düzeyi	< 0,0001									

¹Organik sertifikalı örneklerin ambalajlarında kavrulmuş veya çiğ ifadesi bulunmamaktadır.

²Konvansiyonel yöntemle üretilen 6, 7, 9 nolu örneklerin ambalajlarında kavrulmuş ifadesi bulunmazken, 8 ve 10 nolu örneklerde kavrulmuş ifadesi bulunmaktadır. 7 nolu örneğin ambalajında tuzlu ibaresi bulunmaktadır. SEM: ortalamanın standart hatası

³Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuş olup, harflendirmeler yatay hizada yapılmıştır.



Şekil 4.1. Organik ve konvansiyonel badem örneklerin akrilamid miktarı (ng/ml)

FDA (Anonim 2005) verilerine göre, tuzlanmış ve kavrulmuş bademlerde akrilamid içerikleri ortalama 236 ppb seviyelerindedir. Amrein ve ark. (2005) çalışmalarında bademlerin kavurma işlemi sırasında indirgen şekerlerin hızlı bir şekilde azaldığını, en yüksek akrilamid konsantrasyonun koyu renkte kavurulmuş badem örneklerinde bulunduğunu, bademin akrilamid prekürsörlerinin her ikisini de fark edilir seviyelerde içerdiğini beyan etmişlerdir. Bademdeki serbest asparajin içeriğinin 2000-3000 mg/kg, glikoz ve fruktoz içeriklerin 500-1300 mg/kg ve sükröz içeriğinin de 2500-5300 mg/kg aralığında değiştiği bildirilmiştir. Bunun bir sonucu olarak da bademdeki akrilamid konsantrasyonunun 260-1530 µg/kg olarak belirlenmesinin şaşırtıcı bir sonuç olmadığı belirtilmektedir. Bu çalışmada indirgen şekerlerin bademlerdeki akrilamid oluşumunda ana faktör olarak düşünüldüğü, kavurma süresi ile akrilamid oluşumunun arttığı ve kavurma sıcaklığının süreden daha etkili olduğu belirlenmiştir. Aynı araştırmacılar depolama sırasında tüm örneklerdeki akrilamid içeriğinde %20-57 aralığında değişen bir azalma gözlemlemişlerdir. Süvari (2015) çalışmasında, badem örneklerine 23 dakika süre ile 140-150°C aralığında kavurma sıcaklığı uygulanması sonucunda oluşan akrilamid içeriklerini 44-273 ng/ml (ortalama 130 ng/ml) düzeylerinde belirlemiştir. Lasekan ve Kassim (2011), bademde minimum akrilamid miktarını 41,85 µg/kg belirlemişlerdir. Bu sonuca göre, çalışmamızda konvansiyonel yöntemle

üretmiş örneklerde ortalama olarak belirlenen değer oldukça yüksektir. Buna karşın, Amrein ve ark. (2005) çalışmalarında verilen değerlerin alt sınırlarına benzerlik göstermektedir. Badem içi örneklerinde akrilamid içeriklerini Burdurlu ve Karadeniz (2006) çalışmasında 260 µg/kg ve Ölmez ve ark. (2008) çalışmasında 207-313 µg/kg düzeylerinde belirlemişlerdir. Bu sonuçlar, çalışmamızda konvansiyonel yöntemle üretilmiş örneklerde ortalama olarak belirlenen değerlere çok benzerlik göstermektedir. Kanada akrilamid izleme programı (Anonim 2012) verilerine göre kavrulmuş ve tuzlu badem örneklerinde 542-749 µg/kg düzeylerinde belirlenmiştir. Kavrulmuş ve koyu renkli bademler bazı uygulamalarda arzu edilen güçlü lezzetleri sağlamakta olup, fakat kullanılan kavurma sıcaklığına bağlı olarak akrilamid içeriği çok yüksek olabilmektedir (> 1000 ppb) (Anonim 2014). Lasekan ve Kassim (2011), bademde minimum akrilamid miktarını 41,85 µg/kg belirlemişlerdir. Nizamlioğlu (2015) çalışmasında, kavurma sıcaklığı ve süresinin arttıkça badem örneklerinin akrilamid içeriğinde artış olduğu, en yüksek akrilamid miktarının 170°C'de 40 dakika kavruşan Nonperial ve Akbadem örneklerinde sırasıyla 1020,3 µg/kg ve 744 µg/kg olarak bulunduğu ifade edilmektedir. Ünver (2016) çalışmasında, 130-180°C aralığında kavurma sıcaklıklarını ve 5-45 dakika süre aralıklarını uyguladığı badem içi örneklerinde akrilamid içeriklerini 24,61-882,10 ppb düzeylerinde belirlemiştir. Aynı çalışmada 12 aylık depolama işleminde bu içeriklerde azalmaların bulunduğunu da belirlemiştir. Zhang ve ark. (2011), 60°C'de üç gün süre ile depolanan kavrulmuş bademlerin akrilamid içeriklerinde % 12,9-68,5 düzeylerinde azalmalar meydana geldiğini ve kısa süreli belirli bir sıcaklıkta depolamanın kavrulmuş bademlerin akrilamid seviyelerini düşürmek için iyi bir alternatif olabileceğini vurgulamaktadır. Değerlendirilen literatürlerde görülen akrilamid düzeylerindeki farklılıkların bademin cinsine, yetiştirildiği bölgelere ve iklim özelliklerine, hasat edilme zamanına, hasat sonrası depolama koşullarına bağlı olarak etkilenen kimyasal bileşimlerinde özellikle de akrilamid prekursorleri olan serbest asparajin ve indirgen şeker miktarlarında farklılıkların meydana gelmesi ve ayrıca kavurma koşullarının (bilhassa sıcaklık derecesi ve süre) farklılığına bağlı olabilir.

Çalışmamızda organik sertifikalı badem örneklerinde belirlenen akrilamid değerleri oldukça düşük kalmaktadır. Kavurma işleminde uygulanmamış çiğ bademlerde akrilamid bileşiminin bulunmadığı bilinmektedir. Fakat Amrein ve ark. (2005) çalışmasında 130°C'de 2,5 dakika kavruşan badem örneklerinde akrilamide rastlanılmadığını, 40 dakika sonunda ise 236 µg/kg değerinin belirlendiğini ifade etmektedir. Schlörmann ve ark (2015) çalışmasında 139,2°C'de 25 dakika süre ile sıcaklık uyguladıkları badem örneklerinde 16 µg/kg aralığında akrilamid bileşimi belirlemiştir. Ayrıca Ünver (2016), akrilamid prekursorleri olan indirgen

şekerler ile serbest asparajin içeriklerine bağlı olarak bademlerde 120°C'nin üzerinde akrilamid oluşumunun beklenildiğini belirtmektedir. Bademde akrilamid oluşumunu en düşük seviyeye indirecek kavurma işleminin 130°C altındaki bir sıcaklık uygulaması olduğu vurgulanmakta ve 154°C üzerindeki sıcaklık uygulamalarında ise yüksek artışların ortaya çıktığı ifade edilmektedir (Anonim 2014). Karagöz (2009) çığ ya da yüksek sıcaklık uygulanmamış gıdalarda akrilamid bileşiğine rastlanılmadığını ifade etmektedir. Buna göre, bizim çalışmamızda organik sertifikalı badem örneklerinde 0,33-3,22 ng/ml aralığında belirlenen akrilamid içeriği değerlendirildiğinde, kısa süreli de olsa ısıl işlem uygulamasının gerçekleştirilmiş olma ihtimalini göstermektedir. Diğer taraftan ise, Sayaslan ve ark. (2008), herhangi bir ısıl işlem görmemiş gıdalarda akrilamidin bulunmadığını veya çok az (< 30 µg/kg) düzeyde bulunduğu belirtilmektedir. Ayrıca, akrilamid bileşiği, 98-116°C sıcaklık aralığında ve yüksek nem koşullarında (örneğin (konserve siyah zeytin) işlenmiş bazı gıda ürünlerinde tespit edilmiştir (Roach 2003). 120°C'nin aşağısındaki diğer oluşum yollarının akrilamid oluşumuna neden olacağı açıktır (JIFSAN, 2004).

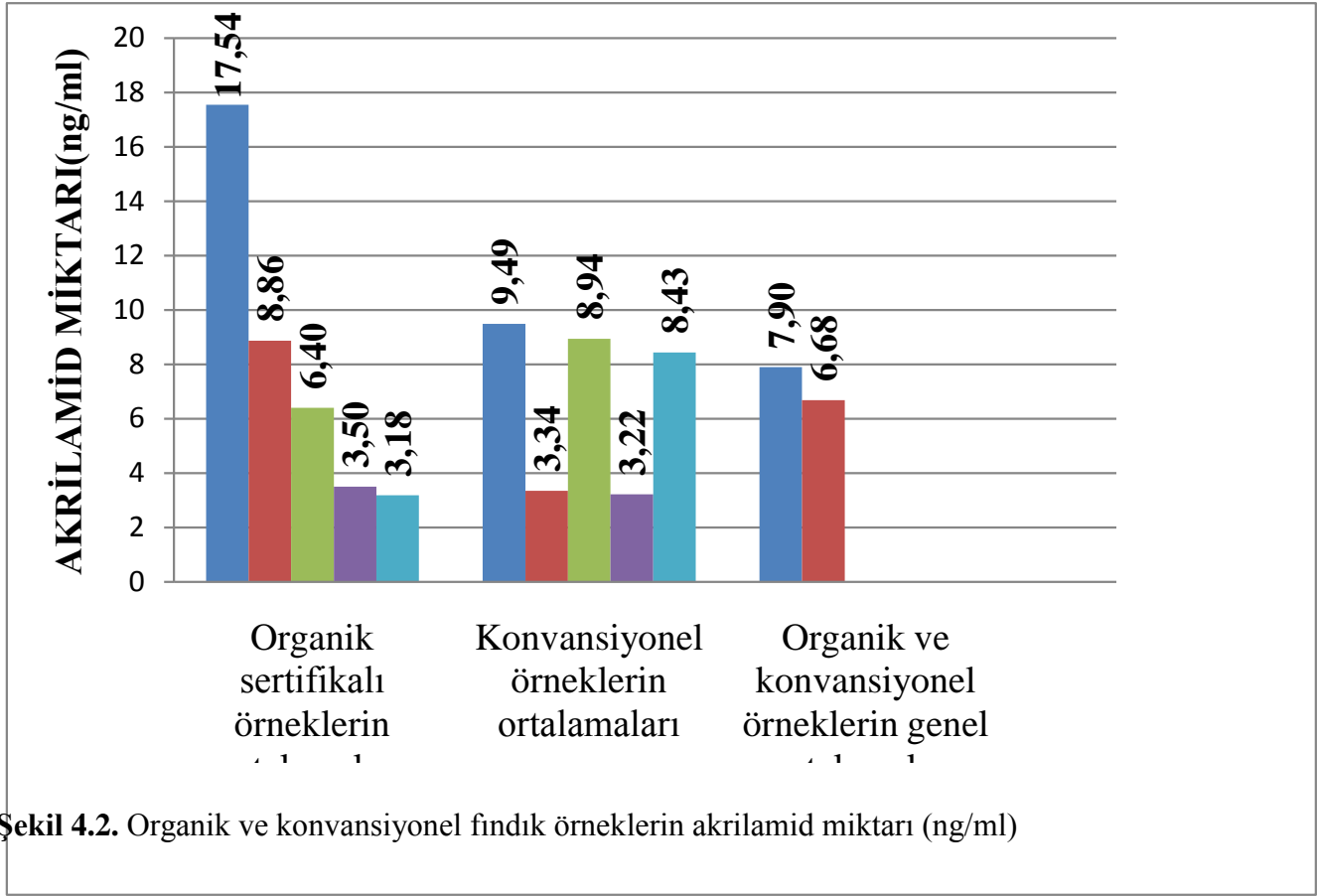
4.2.Organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş fındık (iç) örneklerinin akrilamid içerikleri

Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemle üretilmiş farklı markalardan üç farklı parti numarasına sahip fındık (iç) örneklerinin akrilamid içerikleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Fındık (iç) örneklerinin akrilamid içeriklerindeki değişimler Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 incelendiğinde akrilamid içeriğinin ortalama olarak en yüksek 17,54 ng/ml ile 1 nolu organik sertifikalı örnekte, en düşük 3,18 ng/ml ile 5 nolu organik sertifikalı örnekte belirlendiği görülmektedir. Farklı firmalara ait organik sertifikalı örneklerin içerdikleri değerler 3,18-17,54 ng/ml aralığında ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş örneklerin içerdikleri değerler ise 3,22-9,49 ng/ml aralığında değişimler göstermiştir. Organik sertifikalı örneklerin ambalajlarında kavrulmuş (1 nolu hariç) ifadesi yer almaktadır. Konvansiyonel yöntemle üretilen örneklerin ambalajlarında kavrulmuş (6 nolu hariç) ifadesi bulunmaktadır.

Varyans analizi sonucunda, farklı firmalar arasında akrilamid içeriklerinin ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,0001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.2'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, akrilamid içerikleri bakımından hem organik sertifikalı üretim yapan hem de konvansiyonel yöntemle üretim yapan firmalar arasında 4'er farklı gruplar oluşmuştur.

Organik sertifikalı fındık (iç) örneklerinin akrilamid içerikleri ortalama olarak 7,90 ng/ml belirlenmiş iken, konvansiyonel yöntemle üretilmiş örneklerde ise 6,88 ng/ml düzeyinde belirlenmiştir. Organik sertifikalı fındık (iç) örneklerinin akrilamid içerikleri ortalaması konvansiyonel yöntemle üretilmiş örneklere göre daha yüksek bulunmuştur. Buna karşın, üretim yöntemlerinin farklılıklarının etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonucunda belirlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.2. Organik ve konvansiyonel fındık örneklerin akrilamid miktarı (ng/ml)

Çizelge 4.2. Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemle üretilmiş fındık (iç) örneklerinin akrilamid içerikleri (ng/ml)

FINDIK (iç)³										
Tekerrür	Organik sertifikalı firma örnekleri¹					Konvansiyonel yöntemle üretilen firma örnekleri²				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	18,43	8,84	6,26	3,39	3,01	9,68	3,31	8,90	3,30	8,35
2	17,08	8,81	6,49	3,62	3,25	9,40	3,27	9,04	3,25	8,40
3	17,11	8,93	6,45	3,49	3,28	9,39	3,44	8,88	3,11	8,54
Ortalama	17,54±0,77a	8,86±0,06b	6,40±0,12c	3,50±0,12d	3,18±0,15d	9,49±0,17a	3,34±0,09d	8,94±0,09b	3,22±0,10d	8,43±0,10c
SEM	1,405					0,749				
P düzeyi	< 0,0001					< 0,0001				
Genel Ortalama	7,90±5,87					6,68±3,13				
SEM	0,790									
P düzeyi	> 0,05									

¹Organik sertifikalı örneklerin ambalajlarında (1 nolu hariç) kavrulmuş ifadesi bulunmaktadır.

²Konvansiyonel yöntemle üretilen örneklerin ambalajlarında (6 nolu hariç) kavrulmuş ifadesi bulunmaktadır. SEM: ortalamanın standart hatası

³Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuş olup, harflendirmeler yatay hizada yapılmıştır.

Fındık ve fındık ürünleri ülkemiz için çok önemli tarımsal ürünlerdendir. Çiğ ve kavrulmuş olarak doğrudan tüketilebilen fındık aynı zamanda renk, gevrek yapı, tipik tatları, aroması ve lezzetleri için oldukça beğenildikleri için gıda sanayinde şekerleme, dondurma, çikolata ve unlu mamullerde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Gökmen 2016, Belviso ve ark. 2017). Fındık ve fındık ürünlerine kavurma işlemi enzimleri inaktif etmek, mikroorganizmaları yok etmek, nem içeriğini düşürmek ve duyuşsal özellikleri geliştirmek için uygulanmaktadır (Özdemir ve ark. 2001). Endüstriyel koşullarda fındık kavurma işlemi genel olarak 100-180°C'lerde ve 5-60 dakika süre gerçekleştirilmektedir (Demir ve Cronin 2004). Saklar ve ark. (2001) çalışmalarında, fındıklarda en ideal duyuşsal özelliğın 145°C ve 20-28 dakika, 165°C ve 25 dakika süre ile gerçekleştirilen kavurma işlemi ile sağlandığı belirtilmektedir. Kavurma esnasındaki değışimlerden sorumlu kimyasal reaksiyonlar, esas olarak Maillard ve karamelizasyon reaksiyonlarıdır. Bu reaksiyonların ilerlemesi için fındıkların doğal yapısı ve kavurma koşulları ($T > 100^{\circ}\text{C}$ ve $t > 10$ dakika) uygunluk sağlamaktadır (Taş ve Gökmen 2015). Bu bağlamda, fındık ve fındık ürünlerinin akrilamid içeriklerinin değıerlendirilmesi önem arz etmektedir.

Akrilamid içeriklerini Ölmez ve ark. (2008) kavrulmuş fındık örneklerinde 10-421 µg/kg aralığında ortalama 128 µg/kg düzeyinde, Jagerstad ve Skog (2005) fındık ve fındık ezmesi örneklerinde 64-457 µg/kg aralığında belirlemişlerdir. Amrein ve ark. (2005) kavrulmuş fındıklarda düşük düzeylerde (16-56 ng/g) akrilamid içeriğı belirlediklerini ve bunun da fındıkların düşük düzeylerde asparajin amino asiti içermesinden kaynaklandığını belirtmektedirler. Amrein ve ark. (2005) aynı kavurma koşulları (165°C ve 12,5 dakika) uyguladıkları fındık ve badem örneklerinin akrilamid içeriklerinde önemli farklılıklar olduğunu ve kavrulmuş fındıkta kavrulmuş bademe göre 15 kez daha az düzeyde akrilamid içeriğinin oluştuğı ifade edilmektedir. Buna karşın, Çin'de yapılan bir çalışmada ise kavrulmuş fındıkta 150 ng/g düzeyinde (Zhuang ve ark. 2013) tespit edilmiştir. Çalışmamızda organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş örneklerde belirlenen akrilamid değıerleri literatürdeki söz konusu bazı çalışmalarda verilen değıerlerin alt sınırlarına benzerlik gösterse de genelde oldukça düşük düzeylerde kalmaktadır. Bununla beraber, incelediğimiz organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilen ve tüketime sunulan fındıklara oldukça düşük sıcaklık derecelerinde kısa süreli ve benzer koşullarda ısıl işlemlerin uygulandığı ihtimali ortaya çıkmaktadır. Ayrıca fındık ve fındık ürünlerine ısıl işlem uygulanıp uygulanmadığının kesin olarak ortaya konulabilmesi için hassas, sağlam ve güvenilir daha fazla ve çeşitli kimyasal belirteçler de gerekmektedir.

4.3.Organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş antepfıstığı örneklerinin akrilamid içerikleri

Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemle üretilmiş farklı markalardan üç farklı parti numarasına sahip antepfıstığı örneklerinin akrilamid içerikleri Çizelge 4.3’de verilmiştir. Antepfıstığı örneklerinin akrilamid içeriklerindeki değişimler Şekil 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 incelendiğinde akrilamid içeriğinin ortalama olarak en yüksek 25,38 ng/ml ile 7 nolu konvansiyonel yöntemle üretilmiş örnekte, en düşük değerin 3,09 ng/ml ile 4 nolu organik sertifikalı örnekte belirlendiği görülmektedir. Farklı firmalara ait organik sertifikalı örneklerin içerdikleri değerler 3,09-6,33 ng/ml aralığında ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş örneklerin içerdikleri değerler ise 4,44-25,38 ng/ml aralığında değişimler göstermiştir. Organik sertifikalı örneklerin ambalajlarında kavrulmuş ifadesi yer almamaktadır. Konvansiyonel yöntemle üretilen 8 ve 10 nolu örneklerde ise kavrulmuş ifadesi bulunmaktadır.

Varyans analizi sonucunda, farklı firmalar arasında akrilamid içeriklerinin ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P<0,0001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.3’de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, akrilamid içerikleri bakımından hem organik sertifikalı üretim yapan hem de konvansiyonel yöntemle üretim yapan firmalar arasında 4’er farklı gruplar oluşmuştur.

Organik sertifikalı antepfıstığı örneklerinin akrilamid içerikleri ortalama olarak 4,86 ng/ml belirlenmiş iken, konvansiyonel yöntemle üretilmiş örneklerde ise 9,95 ng/ml düzeyinde belirlenmiştir. Belirlenen farklılıklar istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Üretim yöntemlerinin farklılıklarının etkisini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucu organik ve konvansiyonel üretim yöntemi gruplarının iki ayrı grup oluşturduğu belirlenmiştir.

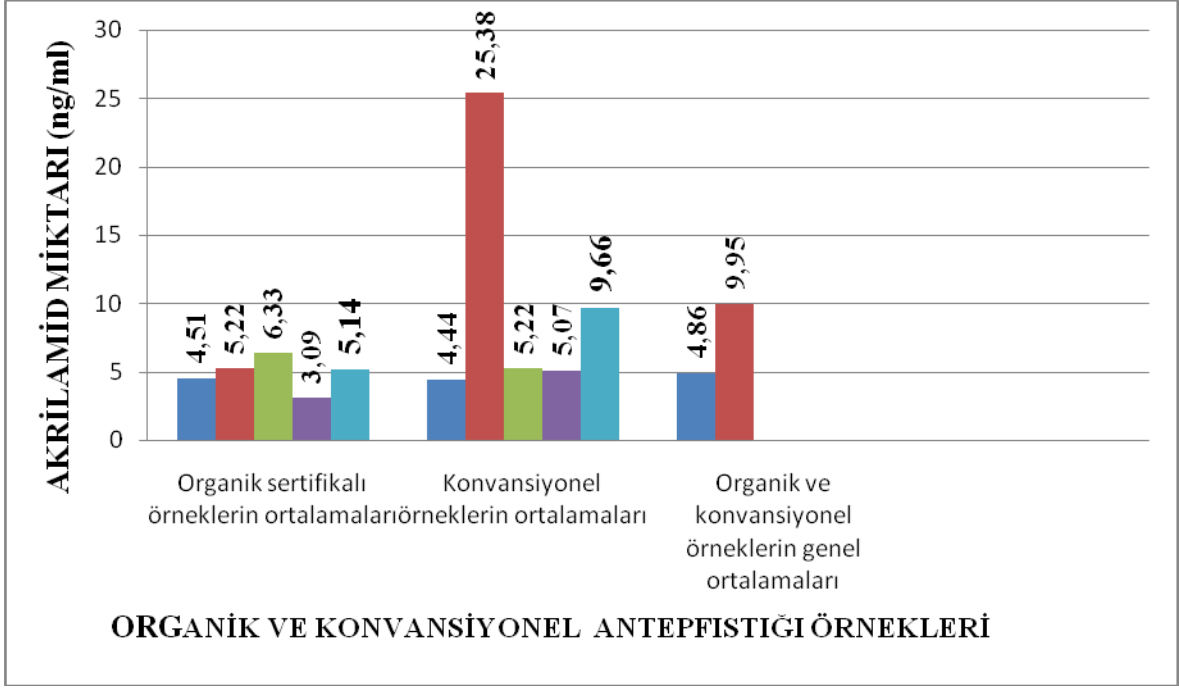
Çizelge 4.3. Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemle üretilmiş antepfıstığı örneklerinin akrilamid içerikleri (ng/ml)

ANTEPFISTIĞI ³										
Tekerrür	Organik sertifikalı firma örnekleri ¹					Konvansiyonel yöntemle üretilen firma örnekleri ²				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4,38	5,17	5,94	3,22	5,19	4,43	24,69	5,45	4,98	9,55
2	4,56	5,13	6,27	2,94	5,11	4,64	25,93	5,06	5,25	9,61
3	4,59	5,36	6,78	3,11	5,12	4,25	25,52	5,15	4,98	9,82
Ortalama	4,51±0,11c	5,22±0,12b	6,33±0,42a	3,09±0,14d	5,14±0,04b	4,44±0,20d	25,38±0,63a	5,22±0,20c	5,07±0,16c	9,66±0,14b
SEM	0,287					2,122				
P düzeyi	<0,0001					<0,0001				
Genel Ortalama	4,86±1,19b					9,95±8,87a				
SEM	1,153									
P düzeyi	< 0,05									

¹Organik sertifikalı örneklerin ambalajlarında kavrulmuş ifadesi bulunmamaktadır.

²Konvansiyonel yöntemle üretilen 6, 7, 9 nolu örneklerin ambalajlarında kavrulmuş ifadesi bulunmazken, 8 ve 10 nolu örneklerde kavrulmuş ifadesi bulunmaktadır.

³Antepfıstığı örnekleri kabuklu olarak temin edilmiş olup, analizler kabuklar ayrıldıktan sonra uygulanmıştır. SEM: ortalamanın standart hatası



Şekil 2.3. Organik ve konvansiyonel antepfıstığı örneklerin akrilamid miktarı (ng/ml)

Ekonomik anlamda yetişmesi için özel ekolojik koşullara gereksinim duyan bir tür olan antepfıstığı, bu özelliği ve uygulanması gereken özel yetiştirme teknikleri nedeniyle dünya üzerinde çok az sayıda ülkede ekonomik olarak yetiştirilebilmektedir. Ülkemiz, dünya üzerinde antepfıstığının ekonomik anlamda yetiştirildiği sınırlı sayıda ülkeler arasında ilk sıralarda yer almaktadır (Çınar 2012). Antepfıstığı ürünüde hasat sonrası işlemler temel olarak altı aşamada gerçekleşmekte olup, bunlar; depolama, kavlatma, çıtlatma veya çıtlak ayırma, sınıflandırma, kavurma ve paketlenme işlemleridir. Kavlak antepfıstıkları, kurutulmak için sergi yerlerinde antepfıstıkları 2-3 cm kalınlığında serilmektedir. Diğer bir kurutma yöntemi ise özellikle kış aylarında yağışlı günlerde kavlatılan antepfıstıklarının kısa sürede kurutulması için özel tasarlanmış kurutma tesisleri bulunmaktadır. Kavrulmuş tuzlu antepfıstığı, kavlak çıtlak antepfıstıklarının, belirli sıcaklık derecesinde, belirli tuz oranında, belirli süre karıştırılarak kavrulmasıyla elde edilmektedir. Yapılan çalışmalar uygun kavurma sıcaklığının 130°C, en uygun uygulama zamanının ise 25 dakika olduğunu göstermektedir (Anonim 2017b). Kavurma sıcaklığı ve süresi genellikle; 110°C’de 7-8 dakika ve 150-160°C’de 4-5 dakikada gerçekleştirilmektedir. Aflatoksin açısından riskli ürünler arasında yer alan antepfıstığının kurutma, tuzlama, kavurma ve depolama aşamaları önem arz etmektedir (Bilim 2013). Antepfıstığının doğrudan kuruyemiş olarak tüketimi ile birlikte gıda sanayinde (kek, bisküvi, şekerleme, dondurma, çikolata vb.) farklı ürünlerin üretiminde kullanılabilmektedir. Örneğin sürülebilir nitelikte antepfıstığı ezmesinin hazırlandığı bir

çalışmada kullanılan antepfıstıklarına 150-170°C sıcaklık 6-8 dakika süre ile uygulanmıştır (Gamalı 2014).

Antepfıstığı ürününe uygulanan ısı işlemin etkilerini akrilamid bileşiği oluşumu da dâhil olmak üzere detaylandıran yeterli veri bulunmamaktadır (Gökmen 2016). Schlörmann ve ark. (2015) çalışmasında kavurma koşullarına bağlı olarak akrilamid içeriklerinin değiştiğini ve 140,8-185,1°C'de 21-25 dakika süre ile sıcaklık uyguladıkları antepfıstığı örneklerinde 14-88 µg/kg aralığında akrilamid bileşiğinin bulunduğunu tespit etmiştir. Özer (2012), antepfıstığında 318-462 ng/g akrilamid bileşiği belirlerken, Ötleş ve Ötleş (2004) antepfıstığı tozu ürününde < 30 ng/g olarak ifade edilmiştir. Çalışmamızda organik ve konvansiyonel üretim yöntemleri ile üretilen antepfıstıklarının akrilamid içerikleri söz konusu literatürlerde verilen değerlerden oldukça düşük düzeylerde kalmaktadır. Çalışmamızdaki sonuçlardan analiz edilen antepfıstığı örneklerine kurutma ve/veya kavurma amaçlı olmak üzere nispeten daha düşük sıcaklık ve kısa süre uygulaması yapıldığı ihtimali ortaya çıkmaktadır.

4.4.Organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş yerbıstığı örneklerinin akrilamid içerikleri

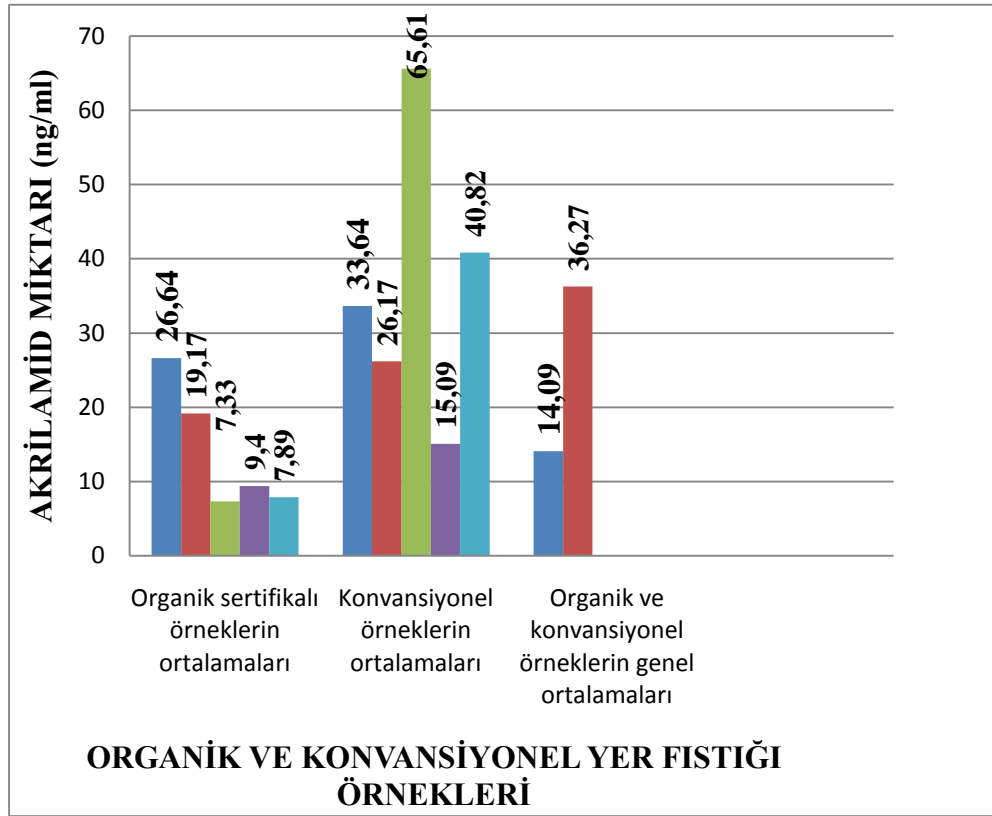
Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemle üretilmiş farklı markalardan üç farklı parti numarasına sahip yerbıstığı örneklerinin akrilamid içerikleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Yerbıstığı örneklerinin akrilamid içeriklerindeki değişimler Şekil 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 incelendiğinde akrilamid içeriğinin ortalama olarak en yüksek 65,61 ng/ml ile 8 nolu konvansiyonel yöntemle üretilmiş örnekte, en düşük değer 7,33 ng/ml ile 3 nolu organik sertifikalı örnekte belirlendiği görülmektedir. Farklı firmalara ait organik sertifikalı örneklerin içerdikleri değerler 7,33-26,64 ng/ml aralığında ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş örneklerin içerdikleri değerler ise 15,09-65,61 ng/ml aralığında değişimler göstermiştir. Organik sertifikalı örneklerin ambalajlarında kavrulmuş ifadesi sadece 2 ve 4 nolu örneklerde bulunmaktadır. Konvansiyonel yöntemle üretilen 7, 8 ve 10 nolu örneklerde ise kavrulmuş ifadesi bulunmaktadır.

Varyans analizi sonucunda, farklı firmalar arasında akrilamid içeriklerinin ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,0001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, akrilamid içerikleri bakımından hem

organik sertifikalı üretim yapan hem de konvansiyonel yöntemle üretim yapan firmalar arasında 3'er farklı gruplar oluşmuştur.

Organik sertifikalı yerfıstığı örneklerinin akrilamid içerikleri ortalama olarak 14,09 ng/ml belirlenmiş iken, konvansiyonel yöntemle üretilmiş örneklerde ise 36,27 ng/ml düzeyinde belirlenmiştir. Belirlenen farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Üretim yöntemlerinin farklılıklarının etkisini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucu organik ve konvansiyonel üretim yöntemlerinin iki ayrı grup oluşturduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.4. Organik ve konvansiyonel yerfıstığı örneklerin akrilamid miktarı (ng/ml)

Çizelge 4.4. Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemle üretilmiş yerfıstığı (iç) örneklerinin akrilamid içerikleri (ng/ml)

YERFISTIĞI (iç) ³										
Tekerrür	Organik sertifikalı firma örnekleri ¹					Konvansiyonel yöntemle üretilen firma örnekleri ²				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	25,18	20,73	7,81	10,43	7,15	32,77	25,23	74,52	15,17	40,23
2	30,55	18,04	7,17	9,12	7,92	38,94	25,89	63,19	14,98	41,47
3	24,19	18,74	7,01	8,65	8,60	29,21	27,39	59,12	15,12	40,76
Ortalama	26,64±3,42a	19,17±1,40b	7,33±0,42c	9,40±0,92c	7,89±0,73c	33,64±4,92b	26,17±1,11b	65,61±7,98a	15,09±0,10c	40,82±0,62b
SEM	2,069					4,627				
P düzeyi	< 0,0001					< 0,0001				
Genel Ortalama	14,09±8,51b					36,27±18,97a				
SEM	3,231									
P düzeyi	< 0,001									

¹Organik sertifikalı 1, 3, 5 nolu örneklerin ambalajlarında sadece tuzlu ibaresi bulunurken, 2 ve 4 nolu örneklerde kavrulmuş/tuzlu ifadesi bulunmaktadır.

²Konvansiyonel yöntemle üretilen 6, 9 nolu örneklerin ambalajlarında sadece tuzlu ibaresi bulunurken, 7, 8, 10 nolu örneklerde kavrulmuş/tuzlu ifadesi bulunmaktadır.

³Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuş olup, harflendirmeler yatay hizada yapılmıştır. SEM: ortalamanın standart hatası

Yerfıstığı tüketiminin çok değişik şekillerde olabilmesi nedeniyle diğer yağlı tohumlar arasında farklı ve önemli yeri bulunmaktadır. İçerdiği yağ oranı (%45-55) sebebiyle sıvı yağ üretiminde ve aynı zamanda doğrudan veya çeşitli işlemlerden (kavurma, soslama) sonra kuruyemiş olarak tüketimi ile birlikte gıda sanayinde (unlu mamuller şekerleme, dondurma, okolata vb.) farklı ürünlerin üretiminde kullanılabilir (Kadiroğlu 2008). Yerfıstığı üretildikten sonra depolanması ve pazara sunulması aşamalarında kolaylık sağlanması bakımından kurutma, kabuktan ayırma ve kavurma, tuzlama gibi pazara hazırlama işlemleri yapılmaktadır (Anonim 2015).

Ölmez ve ark. (2008) alışmalarında kavrulmuş yerfıstıklarında 10-120 µg/kg aralığında (ortalama 66 µg/kg), yerfıstığı ezmesinde 45-63 µg/kg aralığında (ortalama 54 µg/kg) akrilamid bileşimi belirlemiştir. Süvari (2015) alışmasında yer fıstığında 21,4-60,5 ng/ml (ortalama 34,69 ng/ml) olarak bulunmuştur. Yates (2012), akrilamid içeriğini kavrulmuş tuzsuz yerfıstığında 28 µg/kg olarak rapor etmiştir. FDA verilerine (Anonim 2005) göre analiz edilen 15 adet kavrulmuş yerfıstığı akrilamid içerikleri tespit edilebilir değer altı ile 36 ppb aralığında değişim göstermektedir. Yerfıstığındaki akrilamid miktarlarını Cressey ve ark. (2012) ise 9-84 µg/kg (ortalama 42 µg/kg) düzeylerinde belirlemiştir. Bu sonuçlar, çalışmamızda konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş örneklerin içerdikleri değerlere yakın veya çok benzerdir. Paola ve ark. (2017), İtalyan marketlerden temin ettikleri kavrulmuş ve tuzlu 26 farklı marka yerfıstıklarında akrilamid içeriğini 6,16-42,86 µg/kg aralığında (iki örnekte tespit edilebilir seviyenin altındadır) belirlemiştir. Bu çalışmada bulunan alt değerler organik organik sertifikalı örneklerin içerdikleri değerlere benzerdir. Jagerstad ve Skog (2005) kaplamalı yerfıstığı örneklerinde 140 µg/kg düzeyinde oldukça yüksek miktarlarda belirlemiştir. Süvari (2015) alışmasında en düşük miktar 21,4 ng/ml ile 150°C'de kavru lan yerfıstığı örneğinde, en yüksek miktar ise 60,5 ng/ml ile 160°C'de kavru lan örnekte belirlenmiştir. Ayrıca ısıl işlem uygulanmamış çiğ yerfıstığı örneklerinde akrilamid tespit edilmemiştir.

4.5.Organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş kabak çekirdeği örneklerinin akrilamid içerikleri

Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemle üretilmiş farklı markalardan üç farklı parti numarasına sahip kabak çekirdeği örneklerinin akrilamid içerikleri izelge 4.5'te verilmiştir. Kabak ekirdeği örneklerinin akrilamid içeriklerindeki değişimler Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

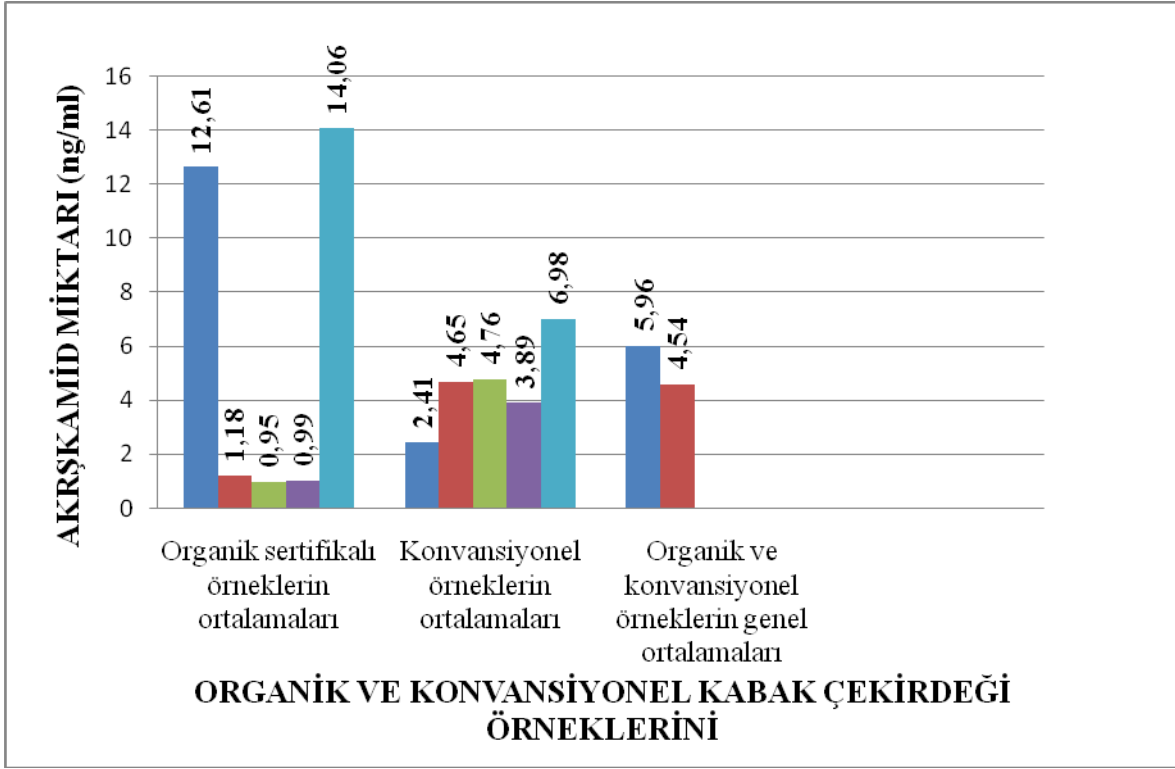
Çizelge 4.5. Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemle üretilmiş kabak çekirdeği örneklerinin akrilamid içerikleri (ng/ml)

KABAK ÇEKİRDEĞİ³										
Tekerrür	Organik sertifikalı firma örnekleri¹					Konvansiyonel yöntemle üretilen firma örnekleri²				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	13,78	1,22	0,86	1,09	12,14	2,15	5,17	5,09	4,67	7,98
2	13,99	1,09	1,08	0,86	14,39	2,09	4,59	4,37	3,78	6,14
3	10,06	1,23	0,91	1,02	15,65	2,99	4,19	4,82	3,22	6,82
Ort.	12,61±2,21a	1,18±0,08b	0,95±0,12b	0,99±0,12b	14,06±1,78a	2,41±0,50c	4,65±0,49b	4,76±0,36b	3,89±0,73b	6,98±0,93a
SEM	1,638					4,627				
P düzeyi	< 0,0001					< 0,0001				
Genel Ort.	5,96±6,75					4,54±1,66				
SEM	0,841									
P düzeyi	> 0,05									

¹Organik sertifikalı 1, 2, 3 ve 5 nolu örnekler kabuklu olup 4 nolu kabuksuz (iç) örnektir. 5 nolu örneğin ambalajında kavrulmuş/tuzlu ifadesi bulunmaktadır.

²Konvansiyonel yöntemle üretilen örneklerin tamamının ambalajlarında kavrulmuş ifadesi bulunmaktadır. 6 nolu örnekte tuzlu ibaresi de yer almaktadır.

³Analizler kabuklu olarak temin edilen kabak çekirdeği örneklerine kabuklar ayrıldıktan sonra uygulanmıştır. SEM: ortalamanın standart hatası



Şekil 4.5. Organik ve konvansiyonel kabak çekirdeği örneklerin akrilamid miktarı (ng/ml)

Çizelge 4.5 incelendiğinde akrilamid içeriğinin ortalama olarak en yüksek 14,06 ng/ml ile 5 nolu organik sertifikalı örnekte, en düşük değerlerin 0,95 ng/ml ve 0,99 ng/ml ile 2 ve 3 nolu organik sertifikalı örneklerde belirlendiği görülmektedir. Farklı firmalara ait organik sertifikalı örneklerin içerdikleri değerler 0,95-14,06 ng/ml aralığında ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş örneklerin içerdikleri değerler ise 2,41-6,98 ng/ml aralığında değişimler göstermiştir. Organik sertifikalı örneklerin ambalajlarında kavrulmuş ifadesi sadece 5 nolu örnekte bulunmaktadır. Konvansiyonel yöntemle üretilen örneklerin tamamının ambalajlarında kavrulmuş ifadesi bulunmaktadır.

Varyans analizi sonucunda, farklı firmalar arasında akrilamid içeriklerinin ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,0001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.5’de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, akrilamid içerikleri bakımından organik sertifikalı üretim yapan firmalar arasında 2, konvansiyonel yöntemle üretim yapan firmalar arasında ise 3 farklı gruplar oluşmuştur.

Organik sertifikalı kabak çekirdeği örneklerinin akrilamid içerikleri ortalama olarak 5,96 ng/ml belirlenmiş iken, konvansiyonel yöntemle üretilmiş örneklerde ise 4,54 ng/ml düzeyinde belirlenmiştir. Belirlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Diğer bir ifade ile üretim yöntemlerinin farklılıklarının etkisi bulunmamıştır.

Ülkemizde çekirdek kabağı yetiştiriciliğinde tohumluk olarak çoğunlukla sakız kabakları (*Cucurbita pepo*) ve bal kabağı (*Cucurbita moschata*) tohumları kullanılmaktadır. Ülkemizde yetiştirilen çekirdek kabaklarını çekirdeklerin kabuk özelliklerine göre 3 grup altında (kabuklu, kabuksuz ve ara form) toplanmaktadır (Anonim 2014). Kabak çekirdekleri taze veya kavrulmuş olarak tüketilmekte ve çerez olarak kullanım durumunda kavurma işlemi uygulanmaktadır. Bu işlem sırasında uygulanan sıcaklık ve süreye bağlı olarak kabak çekirdeklerinin fizikokimyasal özelliklerinde (su aktivitesi, nem, renk, uçucu bileşikler, tokoferol, fenolik bileşikler, yağ asitleri, karotenoidler, vitaminler, yağ, protein vb.) bazı değişimler meydana gelmekte ve ısıya hassas olan unsurlar etkilenebilmektedir. Buna karşın, kabak çekirdeklerinin karakteristik renk, tekstür, tat, aromasının oluşabilmesi ve ham tadın kaybolması için ve nemin düşerek uygun depolama koşullarına daha dayanıklı hale getirildiği kavurma işleminin yapılması gerekmektedir (Ermiş 2010).

Bununla birlikte, ısı işlem uygulanmış kabak çekirdeklerinin içerdikleri akrilamid miktarları ile ilgili olarak literatürde yeterli veriye rastlanılmamıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, organik sertifikalı 2, 3 ve 4 nolu örneklerde değerler oldukça düşük düzeydedir. Diğer taraftan ise organik sertifikalı iki farklı firmaya ait akrilamid değerleri konvansiyonel yöntemle üretilen örneklerden çok daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilen ve tüketime sunulan kabak çekirdeklerine farklı sıcaklık derecelerinde ve sürelerde ısı işlem uygulandığını göstermektedir. Çok düşük düzeylerde akrilamid içeren örneklere ısı işlem uygulanıp uygulanmadığının kesin olarak ortaya konulabilmesi için hassas, sağlam ve güvenilir daha fazla ve çeşitli kimyasal belirteçler gerekmektedir.

Takatsuki ve ark. (2003) tarımsal ürünlere uyguladıkları ısı işlemlerin akrilamid bileşiği oluşumuna etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, 5 dakika süre ile uygulanan 220°C'lik işlem neticesinde kabak çekirdeklerinde 200 ng/g üzerinde akrilamid bileşiği tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada asparajın miktarı 40-127 ng/g olarak belirlenmiştir. Japonya Gıda Güvenliği Komisyonu raporunda (Anonim 2016a) kavrulmuş kabak çekirdeğinde 20 ng/g

olarak verilmektedir. Elde edilen sonuçlar çok sınırlı miktardaki bu verilerle karşılaştırıldığında oldukça düşük düzeylerde olduğu anlaşılmaktadır.

4.6.Organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş ayçekirdeği örneklerinin akrilamid içerikleri

Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemle üretilmiş farklı markalardan üç farklı parti numarasına sahip ayçekirdeği örneklerinin akrilamid içerikleri Çizelge 4.6'te verilmiştir. Ayçekirdeği örneklerinin akrilamid içeriklerindeki değişimler Şekil 4.6'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.6 incelendiğinde akrilamid içeriğinin ortalama olarak en yüksek 37,75 ng/ml ile 6 nolu konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş örnekte bulunmuştur. 7 ve 10 nolu konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş örneklerde sırasıyla 29,25 ng/ml ve 17,58 ng/ml olarak belirlenmiştir. Konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş iki firmaya ait örneklerde ise akrilamid bileşiği tespit edilebilir düzeylerde bulunmamaktadır. Konvansiyonel yöntemle üretilmiş ayçekirdeği örneklerinin akrilamid içerikleri ortalama olarak 16,92 ng/ml belirlenmiştir. 6 ve 10 nolu örneklerin ambalajlarında kavrulmuş ifadesi bulunmaktadır.

Diğer taraftan ise, organik sertifikalı örneklerin hiçbirinde akrilamid bileşiğinin düzeyi tespit edilebilir düzeyde değildir. Organik sertifikalı örneklerin ambalajlarında kavrulmuş ifadesi bulunmamaktadır.

Varyans analizi sonucunda, konvansiyonel yöntemlerle üretim yapan farklı firmalar arasında akrilamid içeriklerinin ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,0001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.6'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, akrilamid içerikleri bakımından konvansiyonel yöntemle üretim yapan firmalar arasında ise 4 farklı grup oluşmuştur. Tespit edilebilir düzeyde veri bulunmadığından organik sertifikalı yöntemlerle üretilen örneklere istatistiksel analiz uygulanmamıştır. Konvansiyonel yöntemle üretilmiş örneklerde akrilamid içerikleri ortalama olarak 16,92 ng/ml belirlenmiştir. Belirlenen farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Üretim yöntemlerinin farklılıklarının etkisini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucu organik ve konvansiyonel üretim yöntemlerinin iki ayrı grup oluşturduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemle üretilmiş ay çekirdeği örneklerinin akrilamid içerikleri (ng/ml)

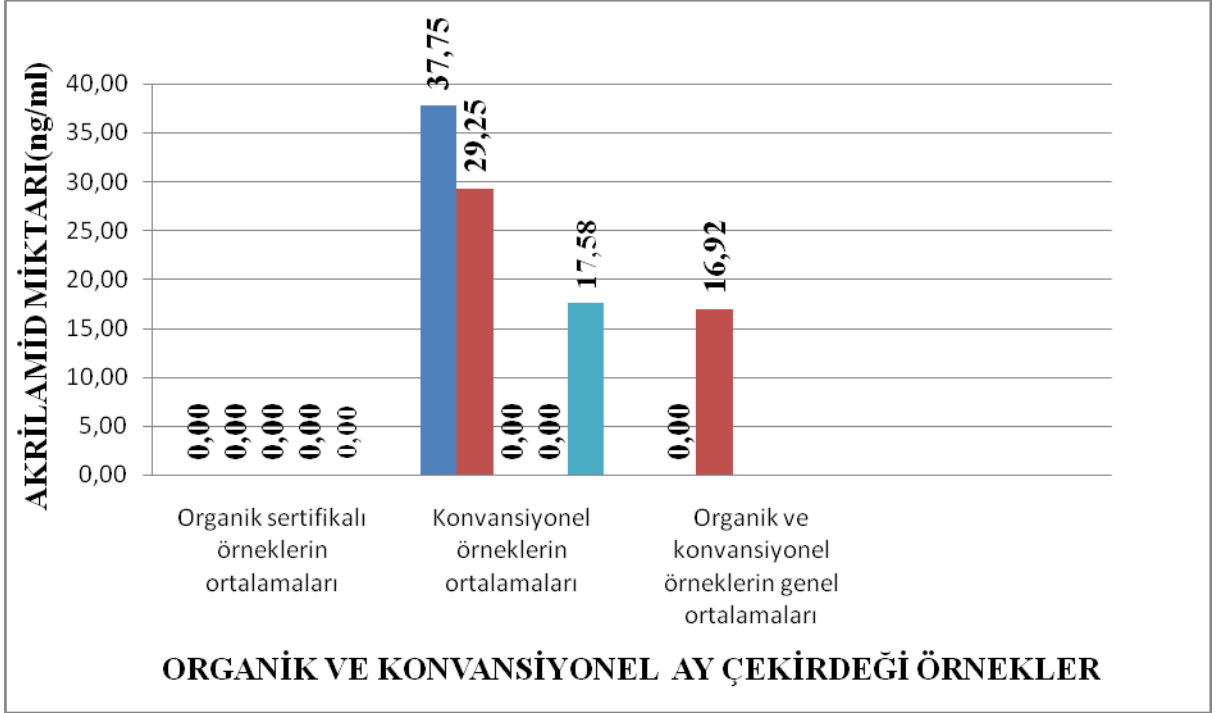
AYÇEKİRDEĞİ ³										
Tekerrür	Organik sertifikalı firma örnekleri ¹					Konvansiyonel yöntemle üretilen firma örnekleri ²				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	TEDB ⁴	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	39,23	32,14	TEDB	TEDB	16,25
2	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	32,18	25,40	TEDB	TEDB	19,56
3	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	41,84	30,21	TEDB	TEDB	16,93
Ort.	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	37,75±4,99a	29,25±3,47b	TEDBd	TEDBd	17,58±1,75c
SEM	-					4,116				
P düzeyi	-					< 0,0001				
Genel Ort.	TEDBb					16,92±17,02a				
SEM	2,560									
P düzeyi	< 0,001									

¹Organik sertifikalı 1 ve 2 nolu örnekler kabuklu olup 3, 4 ve 5 nolu örnekler kabuksuzdur (iç). Organik sertifikalı örneklerin ambalajlarında kavrulmuş veya tuzlu ifadesi bulunmamaktadır.

²Konvansiyonel yöntemle üretilen 6, 7 ve 10 nolu örnekler kabuklu olup, 8 ve 9 nolu örnekler kabuksuzdur (iç). Konvansiyonel yöntemle üretilen 6 ve 10 nolu örneklerin ambalajlarında kavrulmuş ifadesi bulunmaktadır. Ayrıca 6 ve 7 nolu örneklerde tuzlu ibaresi bulunmaktadır.

³Analizler kabuklu olarak temin edilen ay çekirdeği örneklerine kabuklar ayrıldıktan sonra uygulanmıştır. SEM: ortalamanın standart hatası

⁴TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamaktadır.



Şekil 4.6. Organik ve konvansiyonel ay çekirdeği örneklerin akrilamid miktarı (ng/ml)

Dünyada ve Türkiye’de yemeklik bitkisel sıvı yağ ihtiyacının karşılanması için yetiştirilen önemli bir bitki olan ayçiçeğinden elde edilen çekirdeği çerezlik olarak da tüketilebilmektedir. Çerezlik olarak uzun zamandan beri kullanılagelen ayçekirdeği aynı zamanda unlu mamuller, dondurma, çikolata gibi gıdalarda iç ayçekirdeği taneleri olarak da kullanılmaktadır (Day 2011).

Çerezlik olarak tüketilen ay çekirdekleri genellikle ısıtıl işlem uygulanarak tüketime sunulmaktadır. Süvari (2015) farklı kavurma sıcaklıkları uyguladıkları ay çekirdeklerinde akrilamid bileşiğini 27,8-61,5 ng/ml (ortalama 39,92 ng/ml) aralığında tespit etmiştir. En düşük akrilamid içeriğine sahip örnekler 160°C’lik sıcaklık uygulanan örneklerde 27,8-29,2 ng/ml olarak, en yüksek akrilamid içeriğine sahip olan örnekler ise 170°C’lik sıcaklık uygulanan örneklerde 52,8-61,5 ng/ml olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada 160°C’lik sıcaklık uygulanan örneklerde elde edilen değerler çalışmamızda incelenen konvansiyonel yöntemle üretilen örneklere benzerlik göstermektedir. FDA verilerine göre (Anonim 2005), akrilamid içerikleri kavurulmuş ve tuzlanmış ayçekirdeklerinde 31-57 ppb düzeyindedir. Jagerstad ve Skog (2005) çalışmalarında bu değeri 66 µg/kg olarak vermektedirler. Bu değerler çalışmamızda incelenen konvansiyonel yöntemle üretilen örneklere at değerlerden daha yüksek düzeydedir. Losso (2016) ayçekirdeğinde yüksek oranda yağ bulunması ve asparajin varlığı sebebiyle kavurma işlemleri sonrası akrilamid bileşiği oluşabildiğini belirtmektedir.

5.SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüzde gıda sektörü güvenli, doğal ve fonksiyonel gıda ürünlerini tüketicilerin değişen taleplerini de değerlendirerek üretmektedir. Gıda sektörü bu kapsamdaki çeşitli Ar-Ge çalışmaları ile gıda ürünlerinin özelliklerini geliştirmekte ve yeni gıda ürünlerini tüketime sunmaktadır. Organik tarım faaliyetleri sonucu üretilen çeşitli tarımsal ürünler gıda sektörünün ürün yelpazesini destekleyici özelliğe sahiptir. Günümüz tüketicilerinin sağlık ve çevre bilincinin artmasıyla birlikte her gıda ürünü çeşidinde olduğu gibi organik tarım koşullarında üretilmiş ve işlenmiş kuruyemiş ürünlerinin tercihi her geçen gün önemli düzeylerde artış göstermektedir. Aynı zamanda, kuruyemiş sektöründe tüketicilerin eğilimlerine bağlı olarak da markalaşma ve ambalajlı kuruyemiş üretimi yaygınlaşmaktadır.

Dünyada ve ülkemizde de gıda güvenilirliği konusunda her geçen gün tüketicilerin bilincinin artmasıyla beraber organik gıda ürünlerine talep artışının devam edeceği bilinen bir gerçektir. Bununla birlikte, tüketiciler gıdanın güvenli üretildiğinden emin olmak istemektedir. Bu kapsamda organik gıdalar konvansiyonel yöntemlerle üretilen gıdalara göre daha güvenli, daha besleyici ve içeriğinde sağlığa zarar veren kimyasal maddeler bulunmayan gıdalar olarak algılanmaktadır. Hâlbuki birçok çalışmada organik gıdalar ile konvansiyonel gıdaların benzer çevresel kontaminasyonlara ve yine benzer gıda işleme tekniklerine maruz kaldıkları ifade edilmektedir.

Gıda endüstrisinde uygulanan çok çeşitli muhafaza yöntemleri arasında en yoğun olarak kullanılan ısı işlemlerdir. Yüksek sıcaklık derecelerinde uygulanan ısı işlemlerin gıdalarda çeşitli toksik kimyasal bileşiklerin oluşumuna yol açtığı iyi bilinmektedir. Bu bileşiklerden biri de akrilamid bileşiğidir. Organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilen çeşitli gıdaların işlenmesinde benzer parametreler kullanılabilir. Çevresel kontaminasyonlar ile birlikte bu proses parametrelerinin uygulanması neticesinde ortaya çıkabilecek proses kontaminantların da değerlendirilmesi artık önemli gündem maddesidir.

Bu çalışmada ambalaj etiketinde logo ve sertifika numarası bulunan badem, fındık, antepfıstığı, yerfıstığı, ayçekirdeği, kabak çekirdeği kuruyemiş çeşitlerinde ve karşılaştırma/değerlendirme yapabilmek için konvansiyonel yöntemlerle üretilen yine aynı kuruyemiş çeşitlerinde UHPLC-MS/MS (Ultra High Pressure Liquid Chromatography Mass Spectrometry) cihazı ile akrilamid düzeyleri belirlenmiştir.

Çalışmada organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş bademlerin akrilamid değerleri sırasıyla ortalama 1,68 ng/ml (0,33-3,22 ng/ml aralığında) ve 266,14 ng/ml (76,81-463,05 ng/ml aralığında) olarak belirlenmiştir. Bademin akrilamid prekursorleri olan serbest asparajin ve indirgen şekeri önemli seviyelerde içerdiği bilindiğinden kavurma sıcaklık ve süre parametrelerinin en uygun şekilde uygulanması gerekmektedir. Daha öncede ifade edildiği üzere, konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş bazı bademlerin ambalajlarında kavrulmuş bilgisi de yer almamaktadır. Diğer taraftan, çalışmada organik sertifikalı bademlerde belirlenen akrilamid değerleri oldukça düşük düzeyde kalmakla birlikte, kısa süreli de olsa ısı işlem uygulamasının gerçekleştirilmiş olma ihtimali bulunmaktadır. Elde edilen veriler badem ve badem içerebilecek ürünlerin akrilamid içerikleri bakımından değerlendirilmesinin önem arz ettiğini göstermektedir.

Çalışmada organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş fındıkların akrilamid değerleri sırasıyla ortalama 7,90 ng/ml (3,18-17,54 ng/ml aralığında) ve 6,68 ng/ml (3,22-9,49 ng/ml aralığında) olarak belirlenmiştir. Organik sertifikalı fındıkların akrilamid değerleri ortalaması daha yüksek bulunmasına karşın bu fark istatistiksel olarak önemli değildir. Çalışmada organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş fındıklarda belirlenen akrilamid değerleri literatürdeki verilere göre oldukça düşük düzeyde kalmaktadır. Yine de bu incelenen ürünlere oldukça düşük sıcaklık derecelerinde kısa süreli ve benzer koşullarda ısı işlemlerin uygulandığı ihtimali ortaya çıkmaktadır.

Çalışmada organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş antepfistiklarının akrilamid değerleri sırasıyla ortalama 4,86 ng/ml (3,09-6,33 ng/ml aralığında) ve 9,95 ng/ml (4,44-25,38 ng/ml aralığında) olarak belirlenmiştir. Organik sertifikalı antepfistiklerinin akrilamid değerleri ortalaması daha düşük olup bu farkı oluşturan üretim yöntemlerinin etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Akrilamid değerleri literatürdeki verilere göre oldukça düşük düzeyde kalmaktadır. Çalışmada incelenen fındıklarda da görüldüğü üzere antepfistiklerinde kurutma ve/veya kavurma amaçlı olmak üzere nispeten daha düşük sıcaklık ve kısa süre uygulaması yapıldığı ihtimali düşünülmektedir.

Çalışmada organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş yerfistiklerinin akrilamid değerleri sırasıyla ortalama 14,09 ng/ml (7,33-26,64 ng/ml aralığında) ve 36,27 ng/ml (15,09-65,61 ng/ml aralığında) olarak belirlenmiştir. Organik ve konvansiyonel yöntemlerinin etkisi görülmektedir. Yerfistiklerine ait akrilamid değerleri fındık ve

antepfistıklarının içeriğinden yüksek, buna karşın konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş bademlerin içerdiği değerden oldukça düşüktür.

Çalışmada organik sertifikalı ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş kabak çekirdeklerinin akrilamid değerleri sırasıyla ortalama 5,96 ng/ml (0,95-14,06 ng/ml aralığında) ve 4,54 ng/ml (2,41-6,98 ng/ml aralığında) olarak belirlenmiştir. Organik sertifikalı kabak çekirdeklerinin akrilamid içerikleri daha yüksek olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak önemli değildir. Diğer taraftan, incelenen organik sertifikalı kabak çekirdeği, fındık, antepfıstığı ve yerfıstığı akrilamid içeriklerine nazaran akrilamid prekursorleri daha yüksek oranlarda içermesine rağmen organik sertifikalı bademlerin düşük akrilamid içeriği dikkat çekicidir.

Organik sertifikalı ayçekirdeklerinde akrilamid bileşiği tespit edilebilir düzeyde değildir. Buna karşın konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş ayçekirdeklerinde ortalama 16,92 ng/ml düzeyindedir. Organik sertifikalı ayçekirdeklerinde belirlenen bu sonuç diğer incelenen organik sertifikalı kabak çekirdeği, fındık, antepfıstığı, yerfıstığı ve bademlere göre farklılık arz etmektedir.

Kuruyemişler kurutma ve/veya kavurma işlemleri ile önemli tüketim özellikleri kazanmakta ve bilhassa duyuşal özellikleri gelişmektedir. Dolayısıyla, tüketime sunulmadan önce belirli sıcaklıklarda ve sürelerde ısıl işlem uygulanabilmektedir. Bu işlemler kuruyemişlerin çiğ haldeki nem oranı düşürülmekte, bazı enzimler ve patojen mikroorganizmalar inaktif hale getirilmekte ve bunun sonucu olarak daha uzun süre dayandırılması da sağlanabilmektedir. Aynı zamanda renk, tat, aroma, tekstür yapı gibi özellikler geliştirilmektedir.

Çalışmaya konu edilen ve insan sağlığı açısından olumsuz etkileri bilinen akrilamid bileşiğinin organik kuruyemiş çeşitlerinde araştırılması ve sonuçların değerlendirilmesi organik gıda güvenliği bağlamında önem arz etmektedir. Bu çalışma organik ve konvansiyonel olarak tanımlanan her iki üretim sisteminin proses kontaminantı olarak bilinen akrilamid bileşiği bakımından gıda güvenliği çerçevesinde karşılaştırılması imkanını sağlayan veriler sunmaktadır. Bu çalışma organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş bazı kuruyemiş çeşitlerinin akrilamid içeriğini ele alması yönünden yürütülmüş özgün bir çalışmadır.

Organik sertifikalı olarak tüketime sunulan kuruyemiş çeşitlerinin özelliklerine bağlı olarak mümkünse çiğ tüketilebilecek çeşitlerin çiğ olarak sunulması gerekmektedir. Bazı kuruyemiş çeşitleri için çiğ olarak sunum mümkün değil ise akrilamid oluşumunu minimize edebilecek sıcaklık ve süre parametreleri uygulanmalıdır. Bu çalışmadan elde edilen verilerden organik ve konvansiyonel yöntemlerle üretilen kuruyemiş çeşitlerinden kabak çekirdeği ve fındık çeşitlerine benzer işleme koşullarının uygulandığı, yerfıstığı ve antepfıstığı çeşitlerinde ise konvansiyonel yöntemde nispeten daha yüksek sıcaklık ve/veya süre kullanımının gerçekleştiği ifade edilebilir. Bunlarla birlikte, ısıl işlem uygulanıp uygulanmadığının kesin olarak ortaya konulabilmesi için hassas, sağlam ve güvenilir daha fazla ve çeşitli kimyasal belirteçler de gerekmektedir. Bu çalışmadan elde edilen verilerden, organik sertifikalı badem çeşidinin en düşük akrilamid içeriğine sahip olması ve organik sertifikalı ayçekirdeği çeşidinde ise tespit edilebilir düzeyde bulunamaması dikkat çekici sonuçlardır. Buna karşılık, bazı firmalara ait organik sertifikalı kabak çekirdeği, fındık ve yerfıstığı kuruyemiş çeşitlerinde konvansiyonel yöntemle üretilenlere nispeten daha yüksek oranlarda bulunması da düşündürücüdür.

Elde edilen veriler tüketicilerin organik kuruyemişlerin gıda güvenliği konusunda daha doğru bilgilendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Kuruyemiş ürünlerinin beslenmemizde yaygın olarak tüketildikleri de dikkate alındığında günlük gıda kaynaklı akrilamid alımına katkıları da değerlendirilmelidir. Organik kuruyemişlerde gıda güvenliğini tehlikeye atabilecek risklerden olan proses kontaminantı akrilamid bileşiğinin oluşumunun engellenmesi veya azaltılması ile izlenmesine yönelik daha geniş kapsamlı çalışmalar önem taşımaktadır.

6.KAYNAKLAR

- Akan S, Yanmaz R (2015). Organik Gıdaların Besin Kalitesi ve İnsan Sağlığına Etkileri Yönünden Değerlendirilmesi. Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi, 6-9 Ekim 2015, Pazar-Rize.
- Aksoy U (2001). Ekolojik Tarım: Genel Bir Bakış. Türkiye II. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 14-16 Kasım, Antalya.
- Ali Omar MM, Elbasir AA, Schmitz OJ (2015). Determination of Acrylamide in Sudanese Food by High Performance Liquid Chromatography Coupled with LTQ Orbitrap Mass Spectrometry. Food Chemistry, 176: 342-349.
- Altan A, Özer MS, Kola O, Duran H, Zorlugenç B (2012). Acrylamide content of some Turkish traditional desserts. J. Food Agric Environ, 101: 74-77.
- Amrein TM, Andres L, Schönbächler B, Conde-Petit B, Escher F, Amadò R (2005). Acrylamide in Almond Products. Eur Food Res Technol, 221: 14-18.
- Anonim (1999). The Organic Food and Farming Report. Soil Association, Bristol, UK.
- Anonim (2005). Acrylamide, Furan, and the FDA. www.fda.gov (erişim tarihi, 15.02.2018).
- Anonim (2012). Kanada Akrilamid İzleme Programı. www.canada.ca/en/health (erişim tarihi, 15.02.2018).
- Anonim (2014). Çerezlik Kabak Çalıştayı. Kayseri İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Kayseri <https://kayseri.tarim.gov.tr/Belgeler/pdf> (erişim tarihi, 15.02.2018).
- Anonim (2015). TR63 Bölgesi Yerfıstığı Sektör Raporu. Doğu Akdeniz kalkınma Ajansı. www.dogaka.gov.tr (erişim tarihi, 15.02.2018).
- Anonim (2016a). Acrylamide in Foods Generated through Heating Summary. Food Safety Commission of Japan, Risk Assessment Report: Contaminants, 10: 14252.

- Anonim (2016b). Kuruyemiş Sektör Raporu. Ankara Ticaret Borsası <https://www.ankaratb.org.tr>. (erişim tarihi, 13.02.2018).
- Anonim (2017a). Organik Tarım Ulusal Eylem Planı. <https://www.tarim.gov.tr/pdf> (erişim tarihi, 13.02.2018).
- Anonim (2017b). Antepfıstığı Hastalık ve Zararları ile Mücadele. <https://www.tarim.gov.tr/pdf> (erişim tarihi, 13.02.2018).
- Ataseven Y, Güneş E (2008). Türkiye’de İşlenmiş Organik Tarım Ürünleri Üretimi Ve Ticaretindeki Gelişmeler. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (2) 25-33.
- Atalay C (2016). Yeni Çevresel Paradigma Ölçeği İle Organik Gıda Tüketicilerinin Çevreye Yönelik Tutumlarının Değerlendirilmesi: Ankara İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Belviso S, Bello DB, Giacosa S, Bertolino M, Ghirardello D (2017). Chemical, Mechanical and Sensory Monitoring of Hot Air- and İnfrared- roasted Hazelnuts (*Corylus avellana* L.) During Nine Months of Storage. Food Chemistry, 217: 398-408.
- Berker IK (2012). Food Analytical Methods. Determination of Total Antioxidant Capacity of Lipophilic and Hydrophilic Antioxidants in the Same Solution by Using Ferric-Ferricyanide Assay, 1150-1158, İstanbul.
- Bilim C (2013). Antepfıstığı Üretiminde Verim ve Kalitenin Artırılması Projesi. Antepfıstığı Üretiminden Tüketimine Kadar Yaşanan Sorunlar ve Çözüm Yolları Paneli, 10 Ekim, Şanlıurfa.
- Burdurlu HS, Karadeniz F (2006). Gıdalarda Akrilamid Oluşumu ve Önemi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24- 26 Mayıs, Bolu.
- Buttriss J, Hughes J (2000). An update on Copper: Contribution of MAFF-funded Research, Nutr. Bull., 25, 271-280.
- Claeys LW, Vleeschouwer KD, Hendrekkx ME (2005). Quantifying the formation of carcinogens during food processing: acrylamide. Trends in Food Science and Technology, 16: 181-193.

- Can NÖ (2007). Akrilamidin Gıda Maddelerinde Oluşumuna Etki Eden Faktörlerin İncelenmesi ve Miktarlarının Tayini. Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Cressey P, Thomson B, Ashworth M, Grounds P, Mc Gill E (2012). Acrylamide in New Zealand Food and Updated Exposure Assessment. Ministry of Agriculture and Forestry (MAF), Bureau Wellington.
- Çınar B (2012). Türk Antepfıstığı Çeşitlerinin Vitamin, Mineral Madde, Yağ ve Yağ Asitleri Bileşimi Üzerinde Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Day S (2011). Ankara Koşullarında Yerli ve Hibrit Çerezlik Ayçiçeği (*Helianthus Annuus* L.) Genotiplerinde Farklı Sıra Üzeri Aralıkları ve Azot Dozlarının Verim Ve Verim Ögelerine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Demir AD, Cronin K (2004). The thermal kinetics of texture change and analysis of texture variability for raw and roasted hazelnuts. International Journal of Food Science and Technology. 39:371-383.
- Demiryürek K (2011). Dünyada ve Türkiye’de Organik Tarım. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8 (3/4) 63-71.
- Ermış S (2010). Ekolojinin kabuklu ve kabuksuz çekirdek kabak (*Cucurbita pepo* L.) hatlarında tohum verimi ve çerezlik kalitesine etkisi. Doktora Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ersun N, Arslan K (2011). Türkiye’de Organik Tarım ve İyi Tarım Uygulamaları. Ticaret Odası Yayınları, İstanbul.
- European Food Safety Authority (EFSA) (2009). Scientific Opinion on Arsenic in Food, EFSA Journal, 7 (10) 1351.
- Finotti E, Bertone A, Vivanti V (2006). Balance between nutrients and anti-nutrients in nine Italian potato cultivars. Food Chem, 99: 698-701.
- Gamlı ÖF (2014). Sürülebilir Antepfıstığı Kreması Üretimi ve Kimyasal Özellikler: Sürülebilir Ezme Üretimde Antepfıstığı Miktarı ve Depolama Koşullarının Ürün Kalitesi Üzerine Etkisi. Türkiye Alim Kitapları, 92, Türkiye.

- Gıda Teknolojileri Enstitüsü (2006). Acrylamide in Foods. <https://www.ift.org> (erişim tarihi, 12.02.2018).
- Granda C, Moreira RG (2005). Kinetics of acrylamide formation during traditional and vacuum frying of potato chips. *J Food Process Eng*, 28:478–493.
- Grivas S, Jagerstad M, Lingnert H, Skog K, Tornqvist M, Aman P (2002). Acrylamid in food mechanism of formation and influencing factors during heating of foods. Report from Swedish ScientificExpertCommittee, <http://www.cbc.ca/consumer/market/files/health>.
- Gök SA (2008). Genişleyen Avrupa Birliği Pazarında Türkiye'nin Organik Tarım Ürünleri Ticareti Açısından Değerlendirilmesi. AB Uzmanlık Tezi, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Gökhan K (2011). Organik Süt ve Beslenmedeki Önemi. <http://www.dunyagida.com.tr> (erişim, 10.02.2018).
- Gökmen V, Palazoğlu TK, Şenyuva HZ (2006). Relation Between the Acrylamide Formation and Time- Temperature History of Surface and Core Regions of French Fries. *Journal of Food Engineering*, 77: 972-976.
- Gökmen V (2010). Gıdalarda Akriamid. II, Gıda Güvenliği Kongresi, 9-10 Aralık, İstanbul.
- Göncüoğlu N (2011). Kızartma Yağlarında Termal Proses İndikatörü Olarak Hidroksimetilfurfural Varlığının İncelenmesi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- İmer Y (2016). Çeşitli Soğuk Pres Yağların Bazı Mikro ve Makro Element İçeriklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, NKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- JIFSAN (2004). Joint Institute For Food Safety and Applied Nutrition, <https://jifsan.umd.edu/> (erişim tarihi, 14.02.2018).
- Jagerstad M, Skog K (2005). Genotoxicity of heat-processed foods. *Mutat Res*, 574: 156-172.
- Kadiroğlu A (2008). Yerbıstığı Yetiştiriciliği, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yayınları, s. 53, Antalya.

- Karagöz A (2009). Akrilamid ve Gıdalarda Bulunuşu. TAF Preventive Medicine Bulletin, 8 (2): 187-192.
- Karakul D (2006). Patateslerde Ön Islatma İşleminin Kızartılmış Üründe Akrilamid Oluşumuna Etkisi Üzeride Araştırma. Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği ABD Ankara.
- Karcık H (2017). Çeşitli Organik Kuruyemişlerin Ağır Metal İçeriklerine Yönelik Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, NKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Karasek L, Wenzl T, Anklam E (2009). Determination of Acrylamide in Roasted Chestnuts and Chestnut- Based Foods by Isotope Dilution HPLC-MS/MS. Food Chemistry, 114: 1555-1558.
- Lasekan O, Kassim A (2010). Analysis of volatile flavour compounds and acrylamide in roasted Malaysian tropical almond (*Terminalia catappa*) nuts using supercritical fluid extraction. Food and Chemical Toxicology, 48 (8), 2212-2216.
- Losso JN (2016). The Maillard Reaction Reconsidered: Cooking and Eating for Health, CRC Pres, New York.
- Lukac H, Amrein, TM (2007). Perren, R., Conde-Petit, B., Amado, R., Escher, F., Influence of roasting conditions on the acrylamide content and the color of roasted almond. Journal of Food Science, 72 (1) C33-C38.
- Magkos F, Arvaniti F, Zampelas A (2003). Putting the Safety of Organic Food in to Perspective. Nutr. Res. Rev., 16 (2) 211-221.
- Masatçıoğlu, MT (2013). Ekstrüzyon Pişirmenin Maillard Reaksiyonu Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, H.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Mastovska K, Lehotay SJ (2006). Rapid Sample Preparation Method LC-MS/MS or GC-MS Analysis of Acrylamide in Various Food Matrices. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54: 7001-7008.
- Mestdagh F, De Wilde T, Fraselle S, Goavert Y, Ooghe W, Degroodt J-M, Verhé R, Van Peteghem C, De Meulenaer B (2008). Optimization of the Blanching Process to Reduce Acrylamide in Fried Potatoes. LWT- Food Science and Technology, 41: 1648-1654.

- Mogol BA (2014). Alternatif Teknolojiler İle Termal Proses Kontaminantlarının Azaltılması. Doktora Tezi, H.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Nicolotti L (2013). Volatile profiling of high quality hazelnuts (*Corylus avellana*L.): Chemical indices of roasting. *Food Chemistry* Volume 138, Issues 2–3, 1 June 2013, p1723-1733.
- Nizamlıoğlu MN (2015). Kavurma ve Depolama Koşullarının Bademin Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, P.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Ölmez H, Tuncay F, Özcan N, Demirel S (2008). A Survey of Acrylamide in Foods from the Turkish Market. *Journal of Food Consumption and Analysis*, 21: 564-568.
- Özdemir M, Seyhan FG, Bakan AK, İlter S, Özyay G, Devres O (2001). Analysis of Internal Browning of Roasted Hazelnuts. *Food Chemistry*, 73: 191-196.
- Özer D (2012). Reactive Blue 19 Boyar maddesinin Sulu Çözeltilerden Uzaklaştırılması. Fırat Univ. *Journal of Science* 24 (2): 63-75.
- Ötleş S (2011). Gıdalardaki Kontaminantlar. *Dünya Gıda*, 1: 71-75.
- Ötleş S, Ötleş S (2004). Acrylamide in Food (Chemical Structure of Acrylamide). *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 3 (5): 723-730.
- Paola, G. Montevecchi, F. Masino, D. Garbini, M. Barbanera and A. Antonelli (2017). Determination of acrylamide in dried fruits and edible seeds using QuEChERS extraction and LC separation with MS detection, *Food Chemistry*, 217, 191-195.
- Pedreschi F, Kaack K, Granby K, Troncoso E (2007). Acrylamide Reduction Under Different Pre-Treatments in French Fries. *Journal of Food Engineering*, 79: 1287-1294.
- Roach JAG (2003). Rugged LC-MS/MS Survey Analysis for Acrylamide in Foods. *Food Chemistry*, 7547-7554, U.S.A.
- Saklar S, Katnas S, Urgan, S (2001). Determination of optimum hazelnut roasting conditions. *International Journal of Food Science and Technology*, 36: 271-281.

- Sayaslan A, Kaya C, Yıldız M, Oğuz A (2008). Kavruarak Üretilen Mısır, Buğday ve Nohut Çerezlerinin Akrilamid İçeriklerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu, Tokat.
- Schlörmann W, Birringer M, Böhm V, Löber K, Jahreis G, Lorkowski S, Müller AK, Schöne F, Gleis M (2015). Influence of Roasting Conditions on Health- Related Compounds in Different Nuts. *Food Chemistry*, 180: 77-85.
- Shibamoto T (2009). Acrolein, (ed: R.H. Stadler and D.R. Lineback), *Process-Induced Food Toxicants, Occurrence, Formation, Mitigation, and Health Risks*, New Jersey, 51-74.
- Svensson K, Abramsson L, Becker W, Glynn A, Hellenäs KE, Lind Y, Rosén J (2003). Dietary intake of acrylamide in Sweden. *Food Chem Toxicol.* 11: 1581-6.
- Süvari M (2015). Farklı Kavurma Sıcaklıklarının Bazı Kuruyemişlerde Akrilamid Oluşumuna Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, NKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Tareke E, Rydberg P, Karlsson P, Eriksson S, Törnqvist M, (2002). Analysis of Acrylamide, A Carcinogen Formed in Heated Foodstuffs. *J. Agric. Food Chem.* 50: 4998-5006.
- Taşan M (2008). Tahıl Kaynaklı Ürünlerde Akrilamid Varlığı. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum.
- Taş NG, Gökmen V (2015). Bioactive compounds in different hazelnut varieties and their skins. *Journal of Food Composition and Analysis* 43: 203-208.
- Takatsuki S, Nemoto S, Sasaki K, Maitani T (2003). Determination of acrylamide in processed foods by LC/MS using column switching. *Food Hygiene and Safety Science*, 44 (2) 89-95.
- Tezer K, Mentşe H, Tacer C. Z, Nilüfer ED (2015). Bazı Yağlı Meyve ve Tohumlara Uygulanan Kavurma ve Pişirme İşlemlerinin Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktiviteye Etkileri. *Akademik Gıda*, 13: 209-215.
- Thomas MA, Luca A, Barbara S, Beatrice CP, Felix E, Renato A. (2005). Acrylamide in almond products, *European Food Research and Technology*, 221 (1-2) 14-18.

- Tosun H, Kaya SB (2010). Organik Gıdalarda Gıda Güvenliği. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5 (2) 48-58.
- Türközü D, Karabudak E (2013). Organik Gıdaların Besin Değeri, Gıda Güvenliği Ve Lezzet Açısından Değerlendirilmesi. Gıda, 39 (2) 119-126.
- TÜKSİAD (2014) Tüm Kuruyemiş Sanayicileri ve İş Adamları Derneği. Kuruyemiş Sektörü Mevcut Durum Analiz Raporu. www.tuksiad.org. (erişim tarihi, 10.02.2018).
- Ünver A (2016). Effect of Roasting Conditions and Storage on Acrylamide Content and Colour of Almonds. Akademik Gıda 14 (1) 8-14.
- Vardin H, Dalgıç AC, Belibağlı KB (2008). Organik Gıda İşleme Prensipleri ve Denetlenmesi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum.
- Yates, L (2012). “Roasted or raw?”, Nuts Conference”, Australian Almond Conference. <http://australionalmonds.com.au/documents/Industry/> (erişim tarihi, 10.02.2018).
- Yavuz M, Özçelik B (2013). Isıl İşlemler Sonucu Oluşan Toksik Bileşikler. Dünya Gıda, Gıda Güvenliği ve Sertifikasyon, 1: 33-36.
- Yılmaz Sarıözlü N (2009). Gıda Muhafaza. Anadolu Üniversitesi, Açık Öğretim Fakültesi Yayınları No. 1028, 227s, Eskişehir.
- Zhang Y, Zhang Y (2008). Effect of Natural Antioxidants on Kinetic Behaviour of Acrylamide Formation and Elimination in Low-Moisture Asparagine- Glucose Model System. Journal of Food Engineering, 85: 105-115.
- Xu K, Zhong G, Zhuang X (2013) Actin, spectrin and associated proteins form a periodic cytoskeletal structure in axons. Science, 25: 339 (6118).

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans yaşamımda bilgi ve birikimleriyle bana ışık olan tez danışmanlığımı titizlikle yürüten, anlayışını ve sabrını benden esirgemeyen ve kendisiyle çalıştığım için kendimi şanslı hissettiğim değerli hocam Sayın Prof. Dr. Murat TAŞAN'a, istatistiksel analizleri yapmamda yardımcı olan Sayın Prof.Dr Hasan Ersin őAMLI'ya, laboratuvar çalışmalarında desteğini esirgemeyen Uzman Müesser YALÇINKAYA, laboratuvar çalışmalarımın yapılmasına imkan sağlayan Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezine (NABİLTEM), numune tedarik etmemde yardımcı olan Sayın Nurdan Altay GÜNGÖR'e, desteklerini hayatımın her aşamasında hissettiğim aileme ve sevgili eşim Bahar YILMAZ'a sonsuz teőekkürler ederim.

ÖZGEÇMİŞ

09.07.1990 tarihinde Ankara'da doğdu. İlkokulu Malkara Hüseyin Köse ilkokulunda, ortaokulu Malkara Atatürk Ortaokulunda, liseyi Malkara Anadolu lisesinde tamamladı. 2010 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği lisans eğitimine başladı. 2013 yılında Trakya Birlik Entegre Tesislerinde zorunlu stajını yaptı. 2014 yılında lisans eğitimini tamamlayarak mezun oldu. Aynı yıl Namık Kemal Üniversite Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2015 yılında Hakkâri Dağ ve Komanda Tugayında askerlik görevini yerine getirdi. 2016 yılında Malkara Süt Üreticiler Birliği Hayvancılık ve Hizmet İktisadi İşletmesinde Gıda Mühendisi olarak göreve başladı.