

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI

İSTANBUL’DA TÜKETİLEN KÜKÜRTLÜ KURU
KAYISI VE GÜN KURUSU KAYISILARDA ŞEKER
BİLEŞENLERİNİN VE İLERİ GLİKASYON SON
ÜRÜNLERİNİN (AGE) ÖNCÜLLERİNİN
ARAŞTIRILMASI VE ŞEKER BİLEŞENLERİNİN AGE
OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seher ERDOĞAN

İstanbul
Temmuz-2021

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI

İSTANBUL'DA TÜKETİLEN KÜKÜRTLÜ KURU KAYISI VE
GÜN KURUSU KAYISILARDA ŞEKER BİLEŞENLERİNİN VE
İLERİ GLİKASYON SON ÜRÜNLERİNİN (AGE)
ÖNCÜLLERİNİN ARAŞTIRILMASI VE ŞEKER
BİLEŞENLERİNİN AGE OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seher ERDOĞAN

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Jale ÇATAK

İstanbul
Temmuz-2021

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Beslenme ve Diyetetik Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman Doç. Dr. Jale ÇATAK

Üye Doç. Dr. Mustafa YAMAN

Üye Doç. Dr. Zafer CEYLAN

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Ali Güneş

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “İstanbul’da Tüketilen Kükürtlü Kuru Kayısı ve Gün Kuru Kayıslarda Şeker Bileşenlerinin ve İleri Glikasyon Son Ürünlerinin (AGE) Öncüllerinin Araştırılması ve Şeker Bileşenlerinin AGE Oluşumu Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

Seher ERDOĞAN

ÖN SÖZ

Tezimin araştırma ve yazım sürecinde bilgi birikimi ile bana yön veren, tez süreci yönetimindeki titizliği ile hayranlık uyandıran, iletişim gücü yüksek, anlayışlı, karıncayı bile incitemeyecek hassasiyete sahip tez danışmanım, saygıdeğer hocam Sayın Doç. Dr. Jale ÇATAK’a,

Tez çalışma konumun belirlenmesinde ve araştırmamın yürütülmesinde emeğini hiçbir zaman unutmayacağım saygıdeğer hocam, Ana Bilim Dalı Başkanım Sayın Doç.Dr. Mustafa YAMAN’a,

Lisans ve yüksek lisans hayatımda bana her zaman yön veren ve yanımda olduğunu hissettiğim değerli hocam Öğr. Gör. Halime UĞUR’a,

Laboratuvar aşamasında fedakar tavırları ile bana destek olan, en güzel yerlerde olmayı hak eden Ömer Faruk MIZRAK ve Esra Yıldırım SERVİ’ye,

Laboratuvar sürecindeki yardımlarından dolayı Eda Nur KURT ve Esra SERDAR’a,

Bütün süreçte yanımda olan, bana olan desteklerini en içten şekilde ifade eden ve desteklerini maddi, manevi olarak gösteren, canım arkadaşlarım Zehra ABİK, Merve GÜVEN ve Zehra SAĞLIK’a

teşekkür ederim.

Seher ERDOĞAN

İstanbul-2021

ÖZET

İSTANBUL’DA TÜKETİLEN KÜKÜRTLÜ KURU KAYISI VE
GÜN KURUSU KAYISILARDA ŞEKER BİLEŞENLERİNİN VE
İLERİ GLİKASYON SON ÜRÜNLERİNİN (AGE)
ÖNCÜLLERİNİN ARAŞTIRILMASI VE ŞEKER
BİLEŞENLERİNİN AGE OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Seher ERDOĞAN

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Jale ÇATAK

Temmuz,2021 - 82 Sayfa

Çalışmanın amacı, İstanbul’da tüketilen kükürtlü kuru kayısı ve gün kurusu kayısılarında şeker bileşenlerinin ve ileri glikasyon son ürünlerinin (AGE) öncüllerinin araştırılması ve şeker bileşenlerinin AGE oluşumu üzerine etkisinin değerlendirilmesidir. Çalışmada, 27 kükürtlü kuru kayısı ve 27 gün kurusu kayısı örneği, 2020 yılı Eylül ayında İstanbul genelindeki farklı bölgelerden satın alınmıştır. Kükürtlü ve gün kurusu kayısılarıdaki glioksal (GO), metilglioksal (MGO), glikoz, fruktoz ve sakkaroz miktarları, HPLC kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmamızda, toplam şeker miktarları, gün kurusu kayısılarında 54,12 – 74,45 g/100g, kükürtlenmiş kayısılarında ise 57,41 – 71,56 g/100g aralığında belirlenmiştir. Gün kurusu kayısıların GO miktarları 4,0 – 159,5 µg/100g aralığında değişirken, kükürtlü kayısıların GO miktarları 3,0 – 117,6 µg/100g aralığında bulunmuştur. MGO miktarları ise, gün kurusu kayısılarında 48,8 – 2370,1 µg/100g aralığında iken, kükürtlü kayısılarında 1495,0 – 14132,7 µg/100g aralığında belirlenmiştir. Kükürtlü kuru kayısılarında gün kurusu kayısılarından ortalama 5 kat daha fazla MGO tespit edilmiştir. Gün kurusu kayısılarında ise kükürtlü kuru kayısılarından daha fazla GO tespit edilmiştir. GO ve MGO miktarlarının Maillard Reaksiyonu ve karamelizasyondan etkilendiği düşünülmektedir. Ancak, şekerler ile GO ve MGO arasında doğrudan bir ilişki bulunmaması, kayısıların içerdikleri antioksidan özellik gösteren fenolik bileşikler ve vitaminlerle ilişkilendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Glioksal, Metilglioksal, Gün Kurusu Kayısı, Kükürtlü Kayısı

ABSTRACT
INVESTIGATION OF THE SUGAR COMPONENTS AND
PRECURSORS OF ADVANCED GLYCATION END PRODUCTS
(AGEs) IN SULFURED DRIED APRICOTS AND SUN-DRIED
APRICOTS CONSUMED IN ISTANBUL AND ASSESSMENT OF
THE EFFECT OF THE SUGAR COMPONENT ON AGEs
FORMATION

Seher ERDOĞAN

Master, Nutrition and Dietetics

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Jale ÇATAK

July, 2021 - 82 Pages

The aim of the study is to investigate the sugar components and the precursors of advanced glycation end products (AGEs) in sulfured dried apricots and sun-dried apricots consumed in Istanbul and to evaluate the effects of sugar components on AGE formation. In the study, 27 sulfured apricot and 27 sun-dried apricot samples were purchased from different regions in Istanbul in September 2020. The amounts of glyoxal (GO), methylglyoxal (MGO), glucose, fructose, and sucrose in sulfured and sun-dried apricots were analyzed using HPLC. In our study, total amount of sugar were determined between 54.12 – 74.45 g/100g in sun-dried apricots and between 57.41 – 71.56 g/100g in sulfured apricots. The GO amounts of sun-dried apricots ranged from 4.0 to 159.5 µg/100g, while the GO amounts of sulfured apricots were found to be between 3.0 and 117.6 µg/100g. While MGO amounts were in the range of 48.8 – 2370.1 µg/100g in sun-dried apricots, it was determined in the range of 1495.0 – 14132.7 µg/100g in sulfured apricots. An average of 5 times more MGO was detected in sulfured dried apricots than in sun-dried apricots. A higher amount of GO was detected in sun-dried apricots than in sulfured dried apricots. It is thought that the amounts of GO and MGO are affected by the Maillard Reaction and caramelization. However, the absence of a direct relationship between sugars and GO and MGO was associated with the antioxidant phenolic compounds and vitamins in apricots.

Keywords: Glyoxal, Methylglyoxal, Sun-dried apricot, Sulfured apricot

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI.....	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
SEMBOLLER LİSTESİ.....	xii
BİRİNCİ BÖLÜM	
GİRİŞ.....	1

İKİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI	3
2.1. Kayısı.....	3
2.1.1 Kayısının Tarihçesi ve Türkiye’deki Yetiştiriciliği.....	3
2.1.2 Kayıslarda Kükürtleme İşlemi.....	5
2.1.3 Kayısların Besin İçeriği.....	7
2.1.4 Kayısının Ekonomik Önemi.....	11
2.2 Gıdalarda Kükürt Dioksit Kullanımı	12
2.3 İleri Glikasyon Son Ürünleri (AGE)	15
2.3.1 İleri Glikasyon Son Ürünleri (AGE) Oluşumu	15

2.3.2 Gliksal (GO) Oluşumu.....	18
2.3.3 Metilgliksal (MGO) Oluşumu.....	19
2.3.4 Diyet Kaynaklı İleri Glikasyon Ürünleri (dAGE).....	20
2.3.5 AGE'lerin Analizi.....	22
2.3.6 AGE'lerin Sağlık Üzerine Etkileri.....	23

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT.....25

3.1. Araştırmanın Amacı.....	25
3.1.2. Araştırma Zamanı, Yeri ve Örnekler.....	25
3.2 Materyal.....	25
3.2.1. Kimyasallar, Cihazlar ve Malzemeler.....	25
3.3 Metot.....	27
3.3.1 GO ve MGO Tayini.....	27
3.3.2 Şeker Tayini.....	29
3.3.3 İstatistiksel Analiz.....	30

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR.....31

4.1. Ürünlerin GO ve MGO Miktarı.....	31
4.1.1 Gün Kuru Kayısların GO ve MGO Miktarı.....	32
4.1.2 Kükürtlü Kuru Kayısların GO ve MGO Miktarı.....	33
4.2 Ürünlerin Şeker Miktarı.....	35
4.2.1. Gün Kuru Kayısların Şeker Miktarı.....	35
4.2.2 Kükürtlü Kuru Kayısların Şeker Miktarı	37

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA.....	39
5.1 Şeker İçerikleri.....	39
5.2 GO ve MGO İçerikleri.....	42
5.3 İndirgen Şekerler ve AGE.....	45
5.3.1 İndirgen Şekerlerin AGE Oluşumuna Etkisi.....	45
5.3.2 Gün Kuru Kayıslarda İndirgen Şekerlerin AGE Oluşumuna Etkisi.....	45
5.3.3 Kükürtlü Kuru Kayıslarda İndirgen Şekerlerin AGE Oluşumuna Etkisi.....	45
5.4 Age İnhibitörleri.....	47
5.5 Kükürtleme – Depolama.....	48
SONUÇ ve ÖNERİLER.....	50
KAYNAKÇA.....	52

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1: Kükürtlü Bileşikler ve Suda Çözünürlükleri.....	13
Tablo 2.2: Floresan Özelliğine Göre AGE'ler.....	17
Tablo 2.3: Bazı Besinlerin AGE Miktarları.....	21
Tablo 2.4: AGE'leri Ölçmek için Kullanılan Farklı Yöntemler.....	22
Tablo 3.1: Kimyasallar.....	25
Tablo 3.2: Cihazlar.....	26
Tablo 3.3: Çeşitli Malzemeler.....	26
Tablo 4.1: Gün Kuru Kayısların GO ve MGO Miktarları.....	32
Tablo 4.2: Kükürtlü Kuru Kayısların GO ve MGO Miktarları.....	34
Tablo 4.3: Gün Kuru Kayısların Şeker Miktarı.....	36
Tablo 4.4: Kükürtlü Kuru Kayısların Şeker Miktarı.....	38
Tablo 5.1: Taze Kayısı, Gün Kuru Kayısı ve Kükürtlü Kayısıdaki Bazı Besin İçeriklerinin Karşılaştırılması.....	43

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Kayısı Yetiştirmek İçin Fidan Dikiminden Sonraki Aşamalar.....	4
Şekil 2.2: Kayısı Kükürtleme Teknikleri.....	6
Şekil 2.3: 2018 Yılı Kuru Kayısı İhracaatı.....	11
Şekil 2.4: 2018 Yılı Kayısı Üretimi.....	12
Şekil 2.5: İleri Glikasyon Son Ürünleri Oluşumu.....	16
Şekil 2.6: Glioksal Oluşturan Reaksiyonlar.....	19
Şekil 2.7: MGO Oluşturan Reaksiyonlar.....	20
Şekil 2.8: Oksidatif Stresin Etkisi ile Vücut Mekanizmasının Bozulması.....	24
Şekil 3.2: Glioksal ve Metilglioksal Standartlarının HPLC Kromatogramı.....	28
Şekil 3.1: Kuru Kayıslarda MGO ve GO Analiz Yöntemi.....	28
Şekil 3.3: Kuru Kayıslarda Şeker Bileşenleri Analiz Yöntemi.....	30
Şekil 4.1: Gün Kurusu Kayısların GO ve MGO HPLC kromatogramı.....	31
Şekil 4.2: Kükürtlü Kuru Kayısların GO ve MGO HPLC kromatogramı	33
Şekil 4.3: Gün Kurusu Kayısların Şeker Miktarı.....	35
Şekil 4.4: Kükürtlü Kuru Kayısların Şeker Miktarı.....	37
Şekil 5.1: Kuru Kayıslardaki Glikoz Miktarı.....	40
Şekil 5.2: Kuru Kayıslardaki Fruktoz Miktarı.....	41
Şekil 5.3: Kuru Kayıslardaki Sakkaroz Miktarı.....	41
Şekil 5.4: Kuru Kayıslarda GO Miktarları.....	44
Şekil 5.5: Kuru Kayıslarda MGO Miktarları.....	44

KISALTMALAR LİSTESİ

AGE	: İleri Glikasyon Son Ürünleri
ARP	:Amadori Yeniden Düzenleme Ürünleri
CEL	: Karboksietil-Lisin
CML	: Karboksimetil – Lisin
DAD	:Diodearray Dedektör
dAGE	:Diyet Kaynaklı İleri Glikasyon Son Ürünleri
DHAA	:Dehidro-L-Askorbik Asit
ELISA	: Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay
FLD	:Floresans Dedektör
GC-MS	:Gaz Kromatografisi-Kütle Spektroskopisi
GO	:Glioksal
GOLD	:Glioksal Lizin Dimer
HPLC	:Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
LC	:Sıvı Kromatografisi
MGO	:Metilglioksal
MOLD	:Metilglioksal-Lizin Dimer
MR	:Maillard Tepkimesi
MS	:Kütle Spektroskopisi
MS/MS	:Tandem Kütle Spektroskopisi
RBP	:Retinol Bağlayıcı Protein
RDA	:Önerilen Günlük Alım
RE	:Retinol Eşdeğeri
TTR	:Transiterin
Türkomp	: Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanı

SEMBOLLER LİSTESİ

$C_2H_3NaO_2$	:Sodyum Asetat
CH_3CN	:Asetonitril
CH_3COOH	:Asetik Asit
dk	:Dakika
g	:Gram
$^{\circ}C$	:Santigrat Derece
L	:Litre
mg	:Miligram
mm	:Milimetre
$Na_2S_2O_5$	:Sodyum Metabisülfid
$NaHSO_3$	:Sodyum Bisülfid
Na_2SO_3	:Sodyum Sülfid
rpm	:Dakikadaki Devir Sayısı
SO_2	:Kükürt Dioksit
μm	:Mikrometre
μg	:Mikrogram
%	:Yüzde

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Kayısı (*Prunus armeniaca L*)'nın Türkiyede 27 farklı çeşidi yer almaktadır (Kara vd., 2012). Dünya üzerindeki kayısı ihracatında ülkemiz için önemli bir yeri olan kayısının (FAO, 2018) besin içeriği bakımından da zengin olduğu görülmektedir (TÜRKOMP, 2020).

Taze kayısı ile gün kurusu ve kükürtlü kuru kayısılar besin kompozisyonları açısından karşılaştırıldığında, su oranının azalmasına bağlı olarak proteinin, şekerlerin, A vitaminin gram başına düşen miktarı artmaktadır, C vitamini ise yok olmaktadır (TÜRKOMP, 2020; USDA, 2020).

Kayısıların güneşte kurutulması ile esmerleşme tepkimeleri artmaktadır. Esmerleşmenin önlenmesi amacıyla kükürtlü kuru kayısıların üretim basamaklarına dikkat edilmemesi durumunda kayılarda çeşitli sorunlar ortaya çıkmaktadır (Asma, 2000).

Amino grubu içeren yapılar ile indirgeyici şekerler veya şekerden türetilen reaktif aldehitler arasındaki tepkime sonucu ileri glikasyon son ürünleri (AGE) oluşur. AGE oluşumu besinlerde enzimatik olmayan esmerleşme ile popülerdir (Byun vd., 2017). Maillard reaksiyonu (MR) gerçekleştikten sonra devam eden süreçlerde saatler, haftalar ya da aylar içinde Glioksal (GO) , metilglioksal (MGO) , 3- Deoksiglukozon gibi çeşitli ürünler oluşur (Zhang vd., 2021). Ancak MR ve karamelizasyon dışında da bir çok yoldan üretilmektedir (Ott vd., 2014).

Besinlerde AGE'yi arttıran sebeplere bakıldığında; sıcaklık, nem, besin içeriği, pH, pişirme ve saklama şartları olduğu görülmektedir (Uribarri vd., 2010). Besinlerde AGE'yi azaltan mikro besin öğeleri için antioksidan özellik gösteren bileşikler yer almaktadır (Nowotny vd., 2015).

İnsan vücudundaki biyolojik sürecin parçası olan ancak birikimi ile patolojik seviyeye gelen AGE'ler, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, nörodejeneratif hastalıklar, kanser ve obezite gibi birçok hastalığın sebepleri arasında yer almaktadır (Dariya ve Nagaraju, 2020).

Çalışmamızda gün kurusu kayısıların GO miktarlarına bakıldığı zaman 4,0- 159,5 µg/100 g arasında değiştiği, kükürtlü kayısıların GO miktarlarının 3,0- 117,6 µg/100 g arasında değişmekte olduğu analizler ile belirlenmiştir. Gün kurusu kayısıların MGO miktarlarına bakıldığı zaman ise 48,8 - 2370,1 µg/100 g arasında değiştiği, kükürtlü kayısı MGO miktarlarının 1495,0 – 14132,7 µg/100 g arasında değişmekte olduğu tespit edilmiştir. Toplam şeker miktarının, gün kurusu kayısılarda 54,12- 74,45 g/100g arasında olduğu, kükürtlenmiş kayısılarda ise 57,41- 71,56 g/100g arasında olduğu belirlenmiştir.

Kuru kayısıların içerdiği protein ve şekerlerin MR ve karamelizasyon ile GO ve MGO oluşturduğu, A vitamini, Beta Karoten ve fenolik bileşiklerin de bu oluşumların üretilmesini inhibe ettiği düşünülmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM GENEL BİLGİLER

2.1. Kayısı

2.1.1 Kayısının Tarihçesi ve Türkiye’deki Yetiştiriciliği

Literatüre bakıldığında bilimsel olarak *Prunus armeniaca L.* ile isimlendirilen kayısının, ilk yetiştii bölgeler tartışılrsa da kabul edilen görüş Türkistan’dan başlayarak Orta Asya’yı içine alan topraklar ile Batı Çin’e kadar yer alan kısımdan Dünya’nın farklı yerlerine ulaşmış olmasıdır. Büyük İskender’in Asya seferleri ile Anadolu’ya getirilen kayısı, bu bölgenin fiziki koşullarının elverişliliği ile asli vatanına eşdeğer sayılabilecek şekilde yetiştirilmiştir (Karataş, 2014; Kılınç, 2010; Mutlu, 2013; Örs, 2019).

Akdeniz, Karadeniz ve Ege Denizi ile belirli bölgeleri çevrelenen Türkiye’de, coğrafi koşulları sayesinde 75 tür meyve yetiştirilebilir (Gürbüzer, 2008).

İl sınırlarından belirli kısımları Sivas, Kahramanmaraş, Adıyaman ve Elazığ ile çevrelenmiş olan Malatya; Türkiye’de en çok kayısı üretimi yapılan yerlerin başında gelmektedir. Malatya’nın coğrafi konumu ve iklimsel olarak benzerlikleri sebebiyle çevresindeki bölgeler, Türkiye’nin kayısı ihracatındaki kritik öneme sahip illerin arasında yer alır (Karataş, 2014). Malatya bölgesi haricinde Doğu Anadolu sınırı itibari ile Kars, Iğdır’dan başlayarak Marmara Bölgesi de dahil olmak üzere ülkemizin farklı alanlarında da bu yetiştiricilik yapılmakta olup (Gökçe, 1973; Örs, 2019) üretilen kayısıların özellikleri birbirlerinden farklıdır (Hacıseferoğulları vd., 2007; Kılınç, 2010).

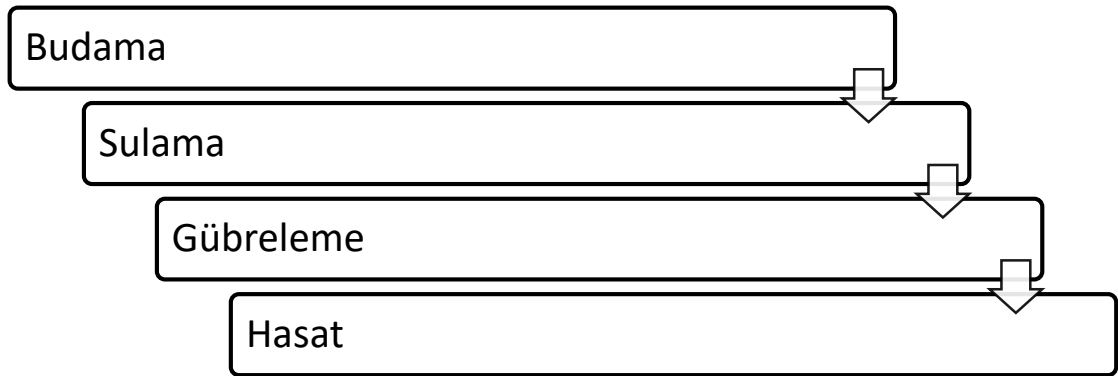
Türkiye’de 27 çeşit kayısı yetiştirilmekte olup bunlardan 5 türü sofralık olarak üretilmekte, 22 türü ise kurutmalık olarak tarımı yapılmaktadır. Iğdır bölgesindeki sofralık kayısı Aprikoz, İzmir bölgesi Alyanak, Yalova ve Konya bölgesi Tokaloğlu olmak üzere kurutmalık kayısı için ise Malatya bölgesinde Hacıhaliloğlu ve Çataloğlu isimleriyle bilinen bazı kayısı çeşitleri arasında yer almaktadır (Kara vd., 2012).

Ülkemizin farklı bölgelerinde erik ya da sarı erik olarak halk tarafından isimlendirilmektedir (Mutlu, 2013).

Kayısı yetiştirmek için en önemli kriterlerden birisi, bulunduğu bölgenin iklim koşullarıdır. Kış ayları soğuk, yaz ayları sıcak olan bölgelerde yıllık sıcaklık toplamı ve mevsimsel nem oranlarının beklenen düzeyde normal seyretmesi koşulu ile sağlıklı, olgun, alıcısı yüksek kayısı yetişebilir. Yüksek sıcaklık olması durumunda nemin düşük de olması yüksek de olması sıcaklık etkisini nötralize edemediği için kayısıda çeşitli hastalıkların oluşmasına, çürümeye ya da meyvenin tam olgunluğuna erişememesine sebep olabilir.

Türkiye'nin farklı bölgelerinde farklı iklimler yaşanırken kayısı üretim yüksek olmasının sebebi kayısı çeşitliliğidir. Malatya' da yetiştirilen kayısı ile Ege Bölgesi'nde yetiştirilen kayısı çeşitlerinin ve özelliklerinin aynı olması bu sebeple beklenmemelidir.

Kayısı yetiştirilmesi hususunda diğer adım ise ulaşması kolay olan ve ücret bakımından pahalı olmayan yöntem fidan aşılamadır (Kara vd., 2012). Fidan aşılanacak ana cinsi ise farklı olabilmektedir. Ana seçimi yapılırken, meyve yetiştirme kapasitesi, aşıya uyum sağlayabilmesi , iklim şartlarından ya da çeşitli zararlı organizmalardan dolayı oluşabilecek hastalıklara karşı dirençli olması dikkat edilecek bazı koşullar arasında yer alabilir (Bostan & İşlam, 1998; Kara vd., 2012; Uğur & Paydaş, 2018). Fidan dikiminden sonraki aşamalar şekil 2.1'de yer almaktadır (Kara vd., 2012).



şekil 2.1: Kayısı Yetiştirmek için Fidan Dikiminden Sonraki Aşamalar

Kaynak: Kara vd., 2012

2.1.2 Kayıslarda Kükürtleme İşlemi

Kayıslarda kükürtleme yapılması kayısların kararmasını önlemek içindir. Ayrıca kükürtleme yapılarak çeşitli zararlı organizmaların da etkisini engellemek amaçlanır (Kara vd., 2012).

Kükürt Dioksit (SO_2) ise bunlardan sadece biri olup uzun yıllardır kayıslarda oluşan ,enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını engelleyerek (Asma, 2000) zararlı mikroorganizmaların etkisini inaktive eder (Asma, 2000; Kara vd., 2012). Bütünlüğü bozulduğu zaman oluşturduğu tuzları gibi kendisinin de etki mekanizması ayrıntılı olarak açıklanmamış olsa da karakteristik sarı renk oluşmasında büyük bir role sahiptir.

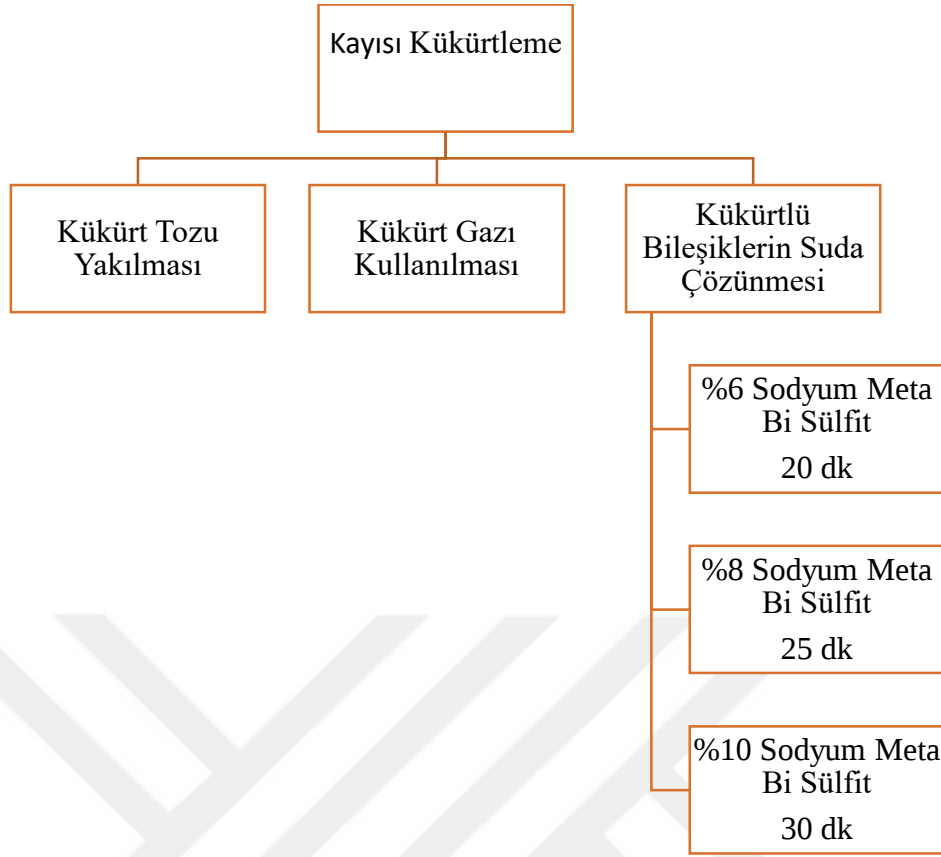
Meyvelere göre farklılık arz etmesine rağmen ortalama %0.01 - 0.02 arasında SO_2 uygulandığı görülür (Asma, 2000). Ancak kayısı çeşitleri, depolama koşulları ve sıcaklık gibi faktörlerin kayısıda kalan SO_2 miktarında etkili olduğu açıklanmıştır (Coşkun, 2010; Kılınç, 2010; Türkyilmaz, 2011).

Meyvelerin işleme tabi tutulurken etkilendiği SO_2 miktarı ile depolama süreci sonunda üzerinde kalan miktar aynı değildir (Coşkun, 2010; Kılınç, 2010; Türkyilmaz, 2011). Ayrıca kükürtleme işleminde olması gerekenden fazla kükürde maruz kalan ürünlerde kükürdün seviyesini azaltmak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Özkan, 2001).

Kükürtleme işlemi yapılırken; kayısı çeşitlerine göre değişmekle birlikte, kayısların yapılarında değişiklikler meydana gelmekte ve sonraki süreçlerdeki kurutma aşamalarında işlem hızlanmaktadır.

Kükürtleme işlemi yapmadan önce hasat edildikten sonra her üretici yapmasa da kayısların yıkanması da bir ön işlemdir (Asma, 2000).

Kükürtleme işlemi için birden fazla teknik vardır ve Şekil 2.2'de açıklanmıştır. Yetiştiricinin şartlarına, kayısların durumuna göre en uygun olan yöntem seçilmeye çalışılır (Asma, 2000).



Şekil 2.2: Kayısı Kükürtleme Teknikleri

Kaynak: Asma, 2000

a) Kükürt Tozu Yakılması

Hasat edilen kayısılar ıslım odasına yerleştirilmek için tahta sedirlere diğer bir adıyla kerevetlere tek sıra halinde kayısılar seçilerek düzgün bir şekilde yerleştirilir. Bu yerleştirme şekli kayısıların sabit bir oranda yakılmış kükürt tozuna maruz kalması için en uygun aşamadır. Türkiye'nin bazı bölgelerinde tahta sedirler yerine kayısıların üst üste bulunduğu kasalar kullanılır. Bu kasalarda bulunan kayısılar tek seferde yakılan kükürt tozlarının etkisinde kalırsa en üst kısımdaki kayısılar yeterli şekilde kükürtlenmiş olur. Ancak kasanın altında kayısılar sıkışık halde bulunduğundan ilk seferde kükürtleme yeterli gelmez ve bu aşama tekrarlanır. Bu aşama tekrarlanınca kayısıların üst bölgelerindeki kayısılar daha fazla yakılmış kükürtten etkilenecektir (Asma, 2000).

b) Kükürt Gazı Kullanılması

Basınca dayanaklı bir odada kükürt gazının odanın içine düzenli olarak yayılması için belirli bir düzenek kurulması gerekir. Bu düzenekte fan aracılığı ile kükürt odaya

dağılır, fan sistemine ise uçları açık uzun dar bir yapı ile kükürt taşınır. Diğer kükürtleme şekillerine göre daha az kükürt kullanılır (Asma, 2000).

c) Kükürtlü Bileşiklerin Suda Çözünmesi

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, NaHSO_3 , Na_2SO_3 bileşikleri suda çözündürerek ıslım odasına gerek duyulmadan yapılan işlemdir. Bu bileşiklerden $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 'in % 6'lık çözeltisinde 10 dakika, % 8'lik çözeltisinde 25 dk, %10 'luk çözeltisinde 30 dk kayısıların daldırılmasıyla diğer uygulamalara göre daha az sürede kükürtleme işlemi yapılır. Kayıslarda daha fazla kükürt kalıntısı bırakılmak isteniyorsa daha uzun süre ve daha değişik çözeltilerin hazırlanması gerekir. Uzun süre bu çözeltilerin içinde kayısıların bırakılması meyvedeki iç ve dış yapının bozulmasına sebep olabilir (Asma, 2000).

Coşkun vd. (2013), üç farklı yöntemle kayıslara kükürtleme işlemi uygulamış ve Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinin ince yapılı olması gerekçesiyle daha fazla kükürt dioksit emilimi olduğunu kaydetmiştir. Ancak bu sebep literatür ile çeliştiği için, kurutma sonrası nem kaybı, su aktivitesi, depolama sıcaklığı, besin öğelerinin miktarının da etkileyebileceği belirtilmiştir. Bu kayısı çeşidine en uygun kükürtleme yönteminin ise kükürt dioksit gazı ile uygulanması olduğu kaydedilmiştir.

2.1.3 Kayısların Besin İçeriği

A vitamini, renksiz bir bileşik olup asit, ışık, oksijene karşı dayanıksızdır (Demirci, 2014). Isıya ve alkali ortama ise dayanıklıdır (Baysal, 2014). Suda çözünen değil, yağda eriyen bir vitamin olup retinoidler olarak da adlandırılır (Baysal, 2014). Retinoidler A vitaminin çeşitli yapılarının genel adıdır. 4 isoprenoid yapılı olup 5 konjuge çift bağlı retinoidlerin, alkol formu olan retinol çift bağlı basit bir kimyasal yapısı olması sebebiyle kolay bir şekilde okside olur (Aksoy, 2007; Demirci, 2016).

Retinol ve retinoaldehid redoks tepkimeleri ile birbirlerine dönüşür ancak plazmada, retinol bağlayıcı protein (RBP) ve transiterin (TTR) yapısı ile birleşip dolaşır (Aksoy, 2007).

A vitamini öncüllerine bakıldığında hayvansal ve bitkisel kaynaklı olarak ikiye ayrılır. Retinol, hidroretinol, retinoik asit hayvansal olup karotenoidler ise bulunduğu gıdaya kırmızı, sarı gibi renkler veren bitkisel kaynaklı bileşiklerdir (Sırt, 1991). Strüktür karakteristik yapıdaki bazı provitaminlerin A vitaminine dönüşmesi için özel halka

yapısı gereklidir. Bu provitaminler α , β , γ karoten olarak tanımlanarak moleküllerde iki halka oluşumludur. 1 molekül β - karoten yapısından ince bağırsakta 2 molekül A vitamini teşkil olur. Ancak α ve γ karoten moleküllerinin yarısı kadar A vitamini teşkil olur. Çünkü α ve γ moleküllerindeki halkaların yalnızca bir tanesi kullanılabilir durumdadır (Demirci, 2016).

RDA'ya göre retinol eşdeğeri (RE) toplam A vitamini aktifliğidir. Bu ise, A vitaminine dönüşmüş yapılar ile emilme miktarına eşittir. 1 RE; 1 μg retinole eşit olup, bu iki eşitlik 12 μg β – karotene hepsi birlikte 24 μg geri kalan provitamin A öncüllerine eş değerdir (Baysal, 2014). Yetişkin bir erkeğin günlük alması gereken 900 μg RE, yetişkin bir kadının 700 μg RE'dir (TÜBER, 2016).

Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanına (TÜRKOMP) (2020) göre taze kayısının erkenci çeşidinin besin içerikleri incelendiğinde β - karoten 163 – 1417 μg arasında olup 809 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 'dır. A vitamini ise 14 –118 RE arasında olup 67 RE/100 g'dır.

TÜRKOMP'a (2020) göre Hacihaliloğlu çeşidinin gün kurusunda bulunan β - karoten miktarı 3348 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 'dır. Minimum ve maksimum değerleri ise 2354 – 4360 $\mu\text{g}/100\text{g}$ arasındadır. A vitamini 196 –363 RE/100g arasında olup 279 RE/100g'dır.

Hacihaliloğlu çeşidinin kükürtlenerak işlenmiş kuru kayısı sonuçlarına bakıldığında β - karoten 1886 – 2647 μg arasında olup 2252 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 'dır. A vitamini ise 157 – 221 RE arasında olup 188 RE/100g' dır.

Vücutta yeterli miktarda A vitamini bulunmaması durumunda görme fonksiyonlarında bozulmalar oluşarak gece körlüğü meydana gelir (Demirci, 2016; Baysal, 2014; Nkhata vd.,2020). A vitamininden fakir beslenme durumu devam ettikçe bitot lekesi oluşur, devamında ise geri dönüşü olanaksız görme kaybına kadar ilerleyen işlev bozuklukları ortaya çıkabilir (Baysal, 2014).

Çalışmalarda A vitamini yetersizliğinin enfeksiyonlara karşı vücudun savunmasını düşürerek, bu kişilerin hastalıklara yakalanmasını kolaylaştırdığı açıklanmıştır (Nkhata vd., 2020; Semba vd., 2010). Ayrıca merkezi sinir sisteminde bazı organların iltihaplanması, alt solunum yolu enfeksiyonu, diyare ve kseroftalm gibi hastalıklara da sebep olur (Işıklar & Yılmaz, 2020).

Askorbik asit, canlı olan yapılarda bulunan ve yükseltgenme indirgenme tepkimelerinde görev alan bir asittir. Yükseltgenme tepkimelerini kolay sağlamasının sebebi yapısında endiol grubu bulunmasıdır. Askorbik asitin okside formu dehidro-L-

askorbik asit (DHAA), indirgenmiş formu ise α -askorbik asittir (Demirci, 2016; Aksoy 2007). Okside formunun dokudaki miktarı indirgenmiş miktarından daha fazladır. İndirgenmiş formunda halka yapısı bozulursa inaktif duruma gelir (Demirci, 2016).

İnsan vücudu için elzem olan askorbik asit, bitkilerde D-mannoz ya da D-galaktozdan meydana gelmektedir. Askorbik asit sağlam olmayan, kolay bir şekilde parçalanabilen bir molekül olup oksijen varlığında gerçekleşen bir tepkime ile vitamin özellikleri inaktif durumunda olan 2,3 - diketo-L-gulonik asit'i oluşturmaktadır. 2,3 diketo-L-gulonik asit oluşum hızı alkali > nötral > asidik şeklindedir (Demirci, 2016).

Pişmemiş bitkisel dokuların zarar görmesi, ezilmesi, kabuklarının soyulması gibi durumlarda askorbik asit oksidaz enzimi ile vitamin özelliği kaybedilir. Bu enzim havadaki oksijen ile tepkimeye girerek işlem gerçekleşir (Demirci, 2016).

Fenolaz enzimi esmerleşmeden sorumlu olduğu gibi askorbik asidin de azalmasından sorumludur. Esmerleşme tepkimeleri ile meydana gelen o-kinonlar, askorbik asidin parçalanmasına dolaylı yoldan katkı sağlar (Kırca & Cemeroğlu, 2001).

Türkiye Beslenme Rehberi'ne (TÜBER, 2016) göre yetişkin erkekler için 110 mg/g günlük C vitamini alım düzeyidir. Taze kayısı;C vitamini ise 7,3 – 9,6 mg arasında olup 8,5 mg/100g'dır. L- askorbik asit 6,0 – 7,4 mg arasında olup 7,0 mg/100g'dır.

C vitamininden yetersiz beslenen kişiler kendilerini yorgun hissedip, yemeklere karşı ilgilerinin azalması, yaralarının geç iyileşmesi ilk klinik bulgular arasında yer alır (Baysal, 2014).

Monosakkaritler ve disakkaritler; basit şekerler ya da glisemik karbonhidratlar olarak adlandırılır. Polisakkaritlerden farklı olarak tatlıdır. Disakkaritlerden olan ve tatlı olma konusunda 100 derece kabul edilen sakkaroz ise referans bir değerdir. Glikoz ya da dektroz, fruktoz ya da levüloz ise monosakkaritlerden ikisidir. Tatlılık derecelendirme konusunda glikoz<sakkaroz<fruktoz olarak nicelendirme yapılır (Baysal, 2014).

Yetişkin bir bireyin beyni için en önemli kaynaklardan biri glikozdur. Glikoz kan beyin bariyerini aşmak için Glut1 taşıyıcısından yardım alır (Mergenthaler vd., 2013). Kanda glikozun normal bir şekilde seyretmesi için 70 – 100mg/100 ml olması gerekir (TÜBER, 2016).

Taze kayısı şeker miktarları incelendiğinde sakkaroz 0,49 – 0,84 g arasında olup 0,7 g/100g'dır. Glukoz ise 0,8 – 1,38 g arasında olup 1,07 g / 100 g 'dır. Fruktoz 0,65 – 1,13 g arasında olup 0,85 g/100g' dır (TÜRKOMP, 2020).

Gün Kurusu, şeker değerlerine bakılacak olursa sakkaroz 4,33 g olup 1,56 – 6,26 g/100g arasındadır. Glikoz ise 16,02 g olup 15,15 – 17,65 g/100g arasında olması istenir. Fruktoz ise 5,74 g olup 5,02 – 7,45 g/100g arasındadır.

Kükürtlü kuru kayısı, şeker değerlerine bakıldığında, sakkaroz 3,24 – 5, 15 g arasında olup 4,04 g/100g'dır. Glukoz ise 14,59 – 35,68 g arasında olup 22,87 g/100g'dır. Fruktoz 5,13 – 14, 17 g arasında olup 8,7 g/100g'dır.

Kan (2009) kayısılardaki A vitaminin kurutma işlemine tabi tutulunca azaldığını, kükürtleme işlemi ile birlikte değerin daha da düştüğünü gözlemlemiştir.

Kılınç (2010) birbirlerinden farklı yüzde derişik oranlara sahip sülfittenmiş kuru kayısıların esmerleşmesi arttıkça β -karoten seviyelerinde azalma olduğunu belirtmiştir. Esmerleşme reaksiyonlarında polifenol oksidaz enziminin okside olmasından kaynaklı olarak β -karotenin de bu sebeple azalmış olabileceği belirtiliyor.

Coşkun vd. (2013), kuru kayısındaki β -karoten seviyesindeki düşüşün en önemli belirteçlerin biri olarak depolama süresi olduğunu belirtmiştir. Depolama sıcaklığının ise süresi olmadan da belirli bir düzeye kadar etkilediğini çalışmalarında göstermiştir.

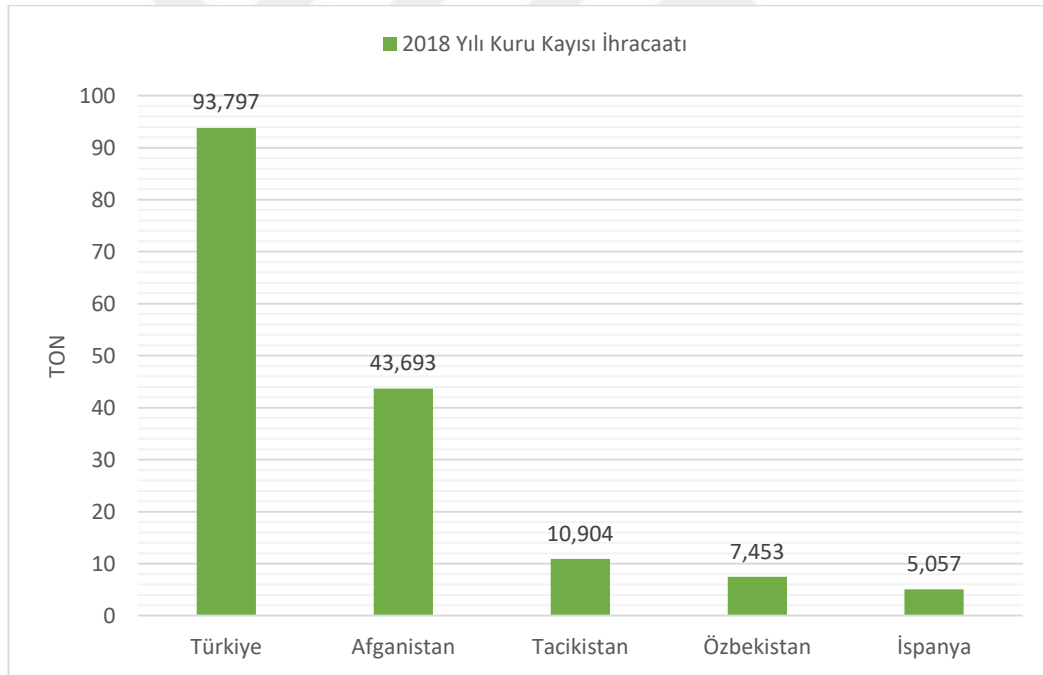
Karataş (2014) taze kayısılarda ; β -karoten miktarlarının ise 96,40- 232,48 mg/100g kuru ağırlık arasında, A vitamini içeriğinin ise 0,85-3,28 μ g/g kuru ağırlık arasında olduğunu açıklamıştır. Likopen miktarının ise 18,92-78,08 mg/100g kuru ağırlık değerleri arasında olduğunu belirtmiştir. Güneşte, kükürtleyerek güneşte, mikrodalgada, dondurarak olmak üzere 4 farklı çeşitte kurutma işleminden geçen kayısılarda dondurma sürecinden geçen kayısındaki β -karoten mikarının diğerlerine kıyasla daha az azaldığı belirtilmiştir.

Uzelac vd. (2005) taze kayısıları farklı şekillerde işleyerek kateşin, epikateşin, klorogenik asit, kaffeik asit, p-kumarik asit, ferulik asit ve rutin seviyelerinin taze kayısıya göre düştüğünü tespit etmiş ve Kan (2009) ise kükürtleme işlemleri uygulayarak bu fenolik bileşiklerin azaldığını belirterek sonuçların benzerliği açıklanmıştır.

2.1.4 Kayısının Ekonomik Önemi

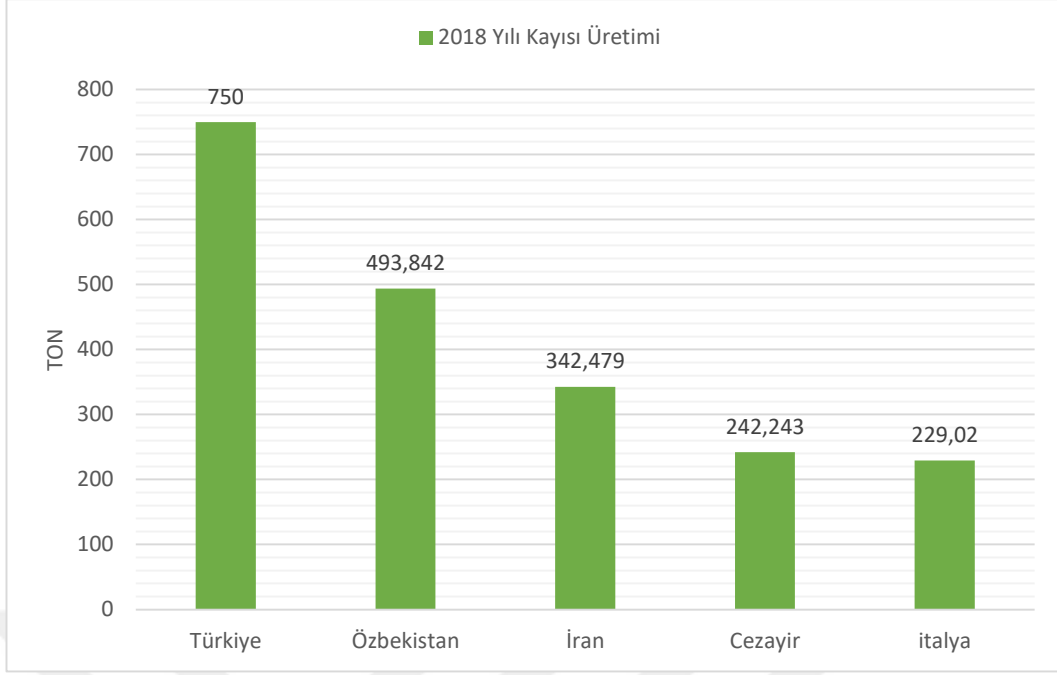
Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün 2018 yılı verilerine göre Şekil 2.3'te görüldüğü gibi Türkiye; taze kayısı ihracatında Dünya ikincisi konumda yer alırken, ülke çapında ihracat edilen ürünlerin ilk 20 grubunda kayısı yer almamaktadır. Kuru kayısı ihracatında Dünya çapında 93.797 ton ile zirvede yer alan Türkiye'yi, taze kayısı ihracatının zirve ismi İspanya; 5.057 ton kuru kayısı ihracatı ile 5.sırada takip etmektedir. Amerika Birleşik Devletleri 13.970 ton ile en fazla taze kayısı ithalatı yapan ülke olmasıyla birlikte, taze kayısı ihracatında 11. sırada yer almaktadır.

Şekil 2.4'te belirtildiği gibi 750.000 ton ile kayısı üretiminde Dünya zirvesinde yer alan isim Türkiye'dir. Türkiye'den sonra ikinci sırada yer alan ülke; taze kayısı ihracatında üçüncü sırada olup kuru kayısı ihracatında dördüncü sırada olan Özbekistan'dır (FAO, 2018).



Şekil 2.3: 2018 Yılı Kuru Kayısı İhracatı

Kaynak: FAO, 2018



Şekil 2.4: 2018 Yılı Kayısı Üretimi

Kaynak: FAO, 2018

Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı'nın, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü tarafından (2020) Temmuz ayında yayınlanan verilerine göre, 2019 yılında yaklaşık 864 bin ton kayısı üretimi gerçekleşmiştir. Bu üretimin 100 bin tonu ise kuru kayısı ihracatında yer almaktadır.

Covid-19 pandemisinin sebep olduğu toplumsal krizin gıda işletmelerinin çalışma şekillerine de etkisi olabileceği düşünülmektedir. (Devereux vd., 2020). Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü'sü (2020) Mayıs ayı da dahil olmak üzere yapılan ihracatların 2019 yılından daha fazla olduğunu belirtmiştir.

2.2 Gıdalarda Kükürt Dioksit Kullanımı

Kükürt dioksit, yüzyıllar önce Yunanlıların yaşadığı bölgede bir şairin kendi evini mikrorganizmalardan arındırmak amacıyla kükürdü ateşe vererek kullanmasıyla tanınmıştır. Sülfürün antimikrobiyal kimliğinden yararlanılarak zaman geçtikçe besinlerde de bu amaçla kullanılmıştır (Davidson, P. M., Taylor, T. M., & David, J. R, 2020).

Tablo 2.1’de görüldüğü gibi kükürdün birden fazla oksidi olmasına rağmen kükürt dioksit ticari olarak kullanılan oksitlerin arasında en çok karşılaşılanlardan biridir. Kükürt dioksit gazı oluşturabilmek için kükürdü direkt yakmak gerekir. Ayrıca ‘kavrulma’ denilen işlemde de kükürt dioksit üretebilmek için metal olan sülfürler kullanılır (Petrucchi vd., 2015).

Tablo 2.1: Kükürtlü Bileşikler ve Suda Çözünürlükleri

Kimyasal Bileşik	Formül	Suda Çözünürlük (g/L)
Kükürt Dioksit	SO ₂	110 (20°C)
Sodyum Sülfid	Na ₂ SO ₃	280 (40°C)
Sodyum Bi Sülfid	NaHSO ₃	3000 (20°C)
Sodyum Meta Bi Sülfid	Na ₂ S ₂ O ₅	540 (20°C)

Kaynak: Davidson, P. M., Taylor, T. M., & David, J. R, 2020

Sülfürik asit (H₂SO₄) oluşturabilmek için öncelikli aşama, ekzotermik ve tersinir bir tepkime olan kükürt dioksitin oksijen ile reaksiyona girmesi ve bu tepkimenin de hızlı gerçekleşebilmesi için alkali metal sülfatları ile karıştırılmış bir katalizör kullanılarak kükürt trioksit elde edilmesidir. Sülfürik asit oluşumunun son basamağı ise oluşan kükürt trioksit bileşiğini su ile birleştirmektir.

H₂SO₃ oluşturmak için ise sülfürik asit, su ile reaksiyona girerek hiçbir zaman saf olarak elde edilemeyen sülfüroz asiti oluşturur. H₂SO₃ ve H₂SO₄ bileşiklerinin her ikisi de iki ayrı adımda kendi tuzlarını oluştururlar. Her adımda bir tuz olmak üzere her bir asitin iki tuzu oluşur. Sodyum sülfid ve sodyum bi sülfid diğer ismiyle asit tuzları birinci basamakta oluşan tuzlardır. Ancak sodyum bi sülfid katı olarak yalıtılamaz.

Sodyum meta bi sülfidin ise, HSO₃ içeren sulu çözelti ile NaHSO₃ tuzu kristal duruma getirildiğinde oluşması gerekir (Petrucchi vd., 2015).

Sülfidler, çeşitli besin öğeleri ile ya da aldehit keton gibi bileşiklerle farklı sıcaklık pH durumunda tepkimeye girer. Glikoz ile sülfidler tepkimeye girmesine bakılacak olursa, pH 7 durumunda ortam nötr iken reaksiyon hızlı gerçekleşir, pH 4-5 aralığında ise tepkimenin hızı düşmektedir (Güneş, 2014).

Kayısılar kükürtleme aşaması için sülfid içeren ortama bırakıldığında, sülfid içeriğinin fazla olması, uzun süre bekletilmesi ve pH'ının düşük olması durumunda kayısının soğurduğu kükürt dioksit miktarının arttığı tespit edilmiş, kayısıda da herhangi bir bozulma görülmemiştir (Coşkun, 2010; Güneş, 2014).

Enzimatik ya da enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarındaki renk değişimini önlemek amacıyla da kükürt bileşikleri kullanılarak; kükürt gazı yakılması, sülfid çözeltisine daldırılması gibi yöntemlerle ticari olarak değerli olan sarı renkte kuru kayısılar elde edilir (Coşkun, 2010; Coşkun vd., 2013; Özkan, 2001; Salur-Can, A., Türkyılmaz, M., & Özkan, M. 2017; Türkyılmaz, 2011).

Dünya Sağlık Örgütü'nün kayısılar için belirlediği sınır olan 2000 mg/kg SO₂, Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğine göre de E 220 – E 228 arasında kodlanan kükürt dioksit ve kükürtlü bileşikler için de geçerlidir (Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, 2013; WHO & FAO, 2010).

Enzimatik esmerleşme; meyve, sebze, bitki, mantarların çeşitli işleme, depolama, kesilme, oksijene maruz kalma durumunda meydana gelebilecek olan bir reaksiyondur (Demiray & Tülek, 2010; Gülsoy vd., 2019; Martinez & Whitaker, 1995). Bu reaksiyon sebebiyle çeşitli parasal kayıplar meydana gelir (Gülsoy vd., 2019).

Bu reaksiyonda oksidoredüktaz grubunda yer alıp polifenol oksidaz olarak adlandırılan bir enzim aracı olur (Demirci, 2014). Oksidoredüktazlardan olan fenol oksidazlar; fenoller ya da benzer molekülleri oksitleyerek geri dönüşümsüz kahverengileşmeye sebep olur (Demiray & Tülek, 2010). Reaktif o-kinon'lar ise bu redoks tepkimesi sonucu oluşur. Geri dönüşümsüz esmerleşme ise oluşan reaktif o-kinon'ların melanin pigmentine dönüşmesiyle meydana gelir (Gülsoy vd., 2019).

Polifenol oksidaz enzimi içeren ürünlerin kesilmesi, parçalanması, doku zedelenmesi gibi olaylarında hücre yapısı değişerek, ürünün içerisindeki enzim hücre dışına çıkar. Hücre dışına çıkmasıyla birlikte kahverengileşme denilen reaksiyon zinciri oluşmaya başlar (Gülsoy, Türkhan & Kaya, 2019).

Ürünlerin içerisindeki aktif polifenol oksidaz enzim miktarı, fenolik yapıların derişimi, ortamın pH'sı, sıcaklığı, ürünün reaksiyon bölgesindeki oksijen olup olmaması enzimatik esmerleşmeyi etkileyen ana maddelerdir (Demirci, 2014). pH ayarlaması yapılırken çeşitli asitlerle 4 ün altına indirilmek istenir. Sitrik, malik, fumarik asitlerle ayarlanarak pH 4 ün altına indirildiğinde polifenol oksidaz enziminin aktivitesinde daha fazla azalma meydana gelmektedir (Martinez & Whitaker, 1995; Tinello & Lante, 2018) .

Dondurma işlemi yapılarak çeşitli ürünlerin depolama süreleri arttırılır. Dondurma işlemi ile bu enzimlerin aktiflik durumlarının hızlarında azalmalar meydana gelir. Bu sebeple dondurularak saklanacak ürünler enzimlerin aktifliğini yavaşlatmak amacıyla sülfite ile çeşitli uygulamalar yapılarak esmerleşme reaksiyonlarının da önüne geçmek amaçlanır (Demiray & Tülek, 2010; Tinello & Lante, 2018).

Kahverengileşme aşamasını durdurmak için daha farklı yollar da vardır. Siklodekstrinler fenolik substrat yapıları ile kompleks oluşturabilen yapılardır. Bu yapılar ile birlikte kinonlara oksidasyon önlenir ve esmerleşme pigment oluşumunun önüne geçilmesi amaçlanır. Diğer bir yol ise polifenol oksidaz enziminin aktif merkezinde bakırının işlevini durdurarak enzimi inaktif eden oksalik asit gibi bileşikler kullanılabilir (Tinello & Lante, 2018).

2.3 İleri Glikasyon Son Ürünleri (AGE)

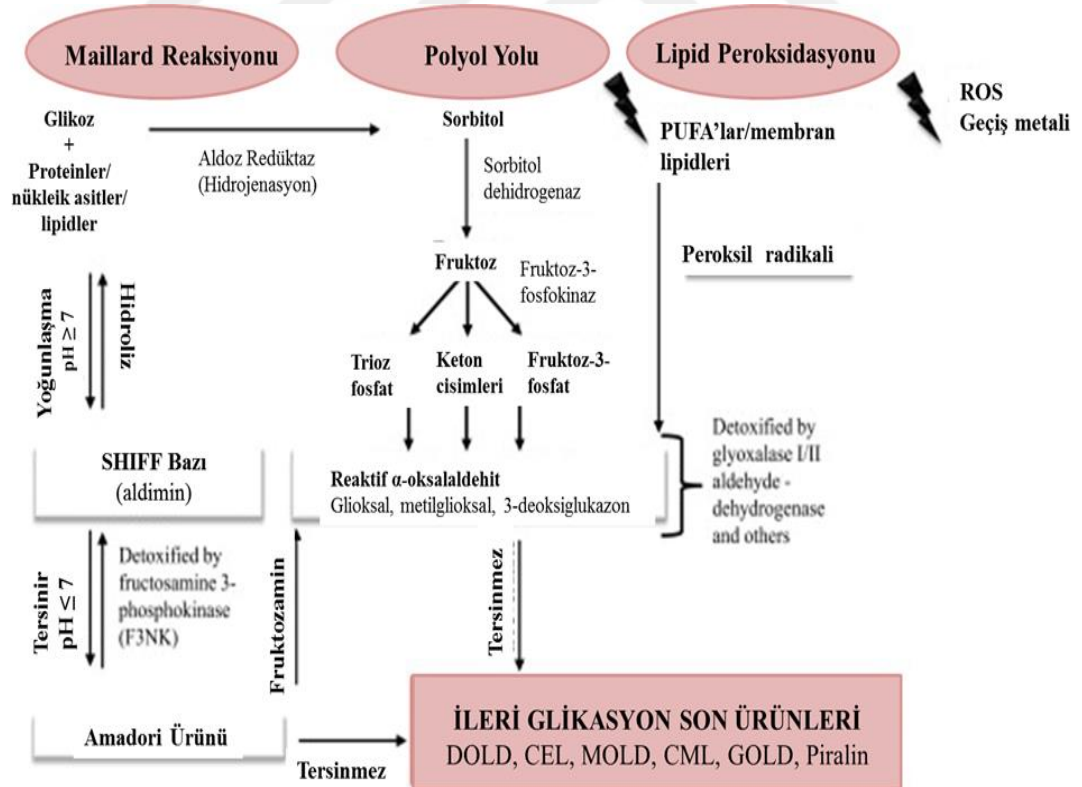
2.3.1 İleri Glikasyon Son Ürünlerin (AGE) Oluşumu

İleri Glikasyon Son Ürünleri (AGE), indirgen şekerler ile nükleik asitlerin ya da lipidlerin veya proteinlerin reaksiyona girerek enzimler olmadan gerçekleşen tepkime sonucuyla oluşur (Wang vd., 2020). AGE'ler, endojen ya da eksojen olarak farklı mekanizmalarla heterojen olarak oluşabilir (Perrone vd., 2020). İnsan vücudunda AGE'lerin birikimi oksidatif stresi arttırarak diyabet, kanser, Alzheimer, kardiyovasküler hastalıklar gibi çeşitli biyolojik işlevlerin bozulmasına yol açar (Dariya & Nagaraju, 2020).

Maillard Reaksiyonu (MR), 1912 yılında ismini Fransız bir kimyagerden alarak literatüre geçmesine rağmen, esmerleşme reaksiyonu sonucu oluşan ürünlerin oluşum sürecindeki mekanizmalar ile ilgili ilk bulgular 1953 yılında yayınlanmıştır (Martins, Jongen & van Boekel, 2000).

MR, indirgen şekerler ile serbest amino grubuna sahip bir bileşiğin enzimler olmadan ve kimyasal bir ekleme yapılmadan yoğunlaşması ile meydana gelen esmerleşme reaksiyonudur (Hwang vd., 2011). İndirgeyici şekerin karbonil grubu ile proteinin amin grubu reaksiyona girerek tersinir özellik gösteren kararsız bir Schiff Bazı oluşturur. Schiff bazının tersinir özellik göstermesi ortamın alkali olmasına ($pH > 7$), glikoz miktarına ve serbest amin gruplarına bağlıdır. Şekil 2.5'te görüldüğü gibi tersinir tepkimeler sonucu ileri glikasyon ürünleri oluşabildiği gibi Polyol yolu ve Lipid peroksidasyonu sonucu tersinmez reaksiyonlardan da oluşabilir (Ott vd., 2014).

Schiff bazı bir sonraki aşama olan Amadori yeniden düzenleme ürünlerini (ARP) üretmek amacıyla reaksiyona girer. ARP'lerin furfural ve hidroksimetilfurfurala dönüşmesi için $pH \leq 7$ olmalı ve reaksiyonda 1,2-enolizasyon hakim olması gerekir. $pH > 7$ ve düşük sıcaklıklarda Strecker bozunma reaksiyonu meydana gelebilir. $pH > 7$ ve yüksek sıcaklıklarda glioksal, metilglioksal gibi ara ürünler üretilir (Martins, Jongen & van Boekel, 2000).



Şekil 2.5: İleri Glikasyon Son Ürünleri Oluşumu

Kaynak: Ott vd., 2014

Amadori ürünleri dışında Namiki yolu olarak adlandırılan dikarbonil bileşiklerinin aldiminlerden ayrılması, lipit peroksidasyonu, amino asit bozunması ve monosakkarit otooksidasyonu da AGE bileşikleri oluşumuna sebep olur (Ferreira, Ponces Freire & Voit, 2003; Glomb & Monnier, 1995; Thornalley, Langborg, & Minhas, 1999).

ARP olarak bilinen ilk ürün Glikatlanmış hemoglobin'dir (HbA1c). Plazmada 3 haftaya kadar kan şekeri seviyesini ölçmek için kullanılır (Dyer, 1993).

Besinlerde ve insan vücudunda toplam 20'den fazla çeşit AGE belirlenmiştir. Tablo 2.2'de belirtildiği gibi bazı çalışmalar AGE'leri floresan ve floresan olmayan AGE olarak 2'ye ayırmıştır. Pentosidin floresan AGE olarak sınıflandırılırken, metilglioksal-lizin dimer (MOLD), karboksimetil – lizin (CML), karboksietil-lizin (CEL) ve pyraline floresan olmayan AGE olarak sınıflandırılır (Luevano-Contreras & Chapman-Novakofski, 2010; Poulsen vd., 2013). İn vivo olarak AGE saptamak amacıyla çoğunlukla CML kullanılır (Liman vd., 2019).

Tablo 2.2: Floresan Özelliğine Göre AGE'ler

FLORESAN AGE		FLORESAN OLMAYAN AGE	
Çapraz Bağlı	Çapraz Bağlı Olmayan	Çapraz Bağlı	Çapraz Bağlı Olmayan
*Pentosidin	*Argpyrimidin	*Glioksal Lizin Dimer (GOLD) *Metilglioksal Lizin Dimer (MOLD)	*Karboksimetil lizin (CML) *Karboksietil lizin (CEL) *Pyrralin

Kaynak: Luevano-Contreras & Chapman-Novakofski, 2010; Poulsen vd., 2013

Maillard Reaksiyonu sonucu oluşan melanoidinler ya da Amadori düzenleme ürünleri, besinlere uygulanan ısı işlem ya da depolama süreci sonrasında da meydana gelebilir. Bu ürünler besin değerlerinin kalitesini azaltabileceği gibi doğal antioksidan üretiminde de rol alabilir. Bu ürünler protein biyoerişebilirliğini / biyoyararlılığını azaltabilirken, antimikrobiyal etki gösterebilir (Nooshkam, Varidi & Bashash, 2019).

Melanoidin ürünlerini fonksiyonel olarak kullanmak için çalışmalar yapılmıştır. Et, karides, makarna ürünlerinde antimikrobiyal; meyve suları, patates, fırınlanmış ürünler, süt ürünlerinde antioksidan olarak kullanılmıştır (Nooshkam, Varidi & Verma, 2020).

Amadori ara ürünleri ise meyve sebzelerde bulunan polifenol oksidaz enzimi ile oluşan esmerleşme reaksiyonlarını inhibe eder (Nooshkam, Varidi & Bashash, 2019).

2.3.2 Glioksal (GO) Oluşumu

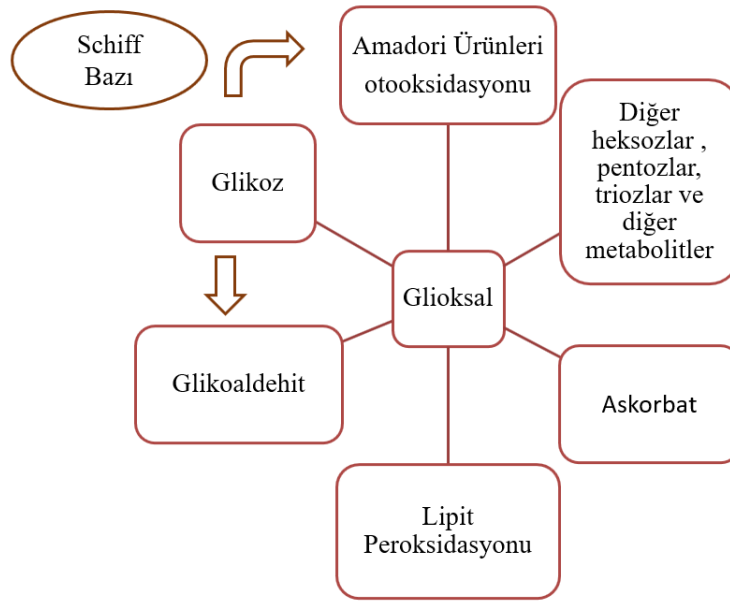
Glioksal , sulu çözeltilerde hidratlar oluşturan ve sarı bir sıvı olarak görünen en küçük dialdehittir (Vistoli vd., 2013). Eksojen kaynakları arasında besinlerin kızartma, kavurma fırınlama, fermente etme sonrasında oluşabileceği gibi sigara dumanı, egzoz ve yangından çıkan dumandan da meydana gelebilir (Degen, Hellwig & Henle, 2012). Endojen oluşum mekanizmalarına bakıldığında MR gerçekleştikten sonra diğer süreçlerde saatler, haftalar ya da aylar içinde GO, MGO, 3- Deoksiglukozon gibi çeşitli ürünler oluşur (Zhang vd., 2021).

A-oksoaldehit olan Glioksal ($O = CH - CH = O$) Şekil 2.6'daki gibi birden fazla yol ile oluşabilir. Glikozun retroaldol yoğunlaşması ile oluşurken, aynı şekilde glikozun yoğunlaşması sonucu oluşan glikoaldehitin de fosfat tamponu, demir ve bakır iyonlarının bulunması ile desteklenerek de meydana gelebilir (Manini vd., 2006).

Diğer bir aşama ise glikozun lizin ve arginin eklenerek ortaya çıkan geri dönüşümlü Schiff Bazı ile meydana gelen Amadori Ürünlerinin otooksidasyonu ile oluşmasıdır. Amadori ürünleri oluşturma aşamasında da büyük bir öneme sahip olan lipid peroksidasyonu da tek başına glioksal üretebilir. Çoklu doymamış yağ asitlerinden olan linoleik ve linolenik asitler peroksit ara maddelerini enzimatik olmayan reaksiyon sonucu oluştururlar ve oksidatif ürünlere dönüşürler (Yin & Porter, 2005).

Bir çalışmada, aldoz yapıda olan galaktoz, riboz, gliseraldehit; ketoz yapıda olan fruktoz, ribuloz, , aseton; şeker alkollerinden mannitol ayrıca adenosin, arabinoz ve gliserol gibi birçok karbonhidrat yapısından oluştuğu belirtilmiştir.

Askorbatın ise glioksale hidrolize olmasının ayrıntıları bilinmemektedir (Lange vd., 2012).



Şekil 2.6: Glioksal Oluşturan Reaksiyonlar

Kaynak: Lange vd., 2012

2.3.3 Metilglioksal (MGO) Oluşumu

2-oksopropanal ($\text{CH}_3 - \text{C}=\text{O} - \text{CH}=\text{O}$) olarak da adlandırılan MGO keskin bir kokuya sahip sarı bir sıvıdır (Humans, 1991). Eksojen kaynaklarına bakıldığında sigara, yangın dumanı gibi çevresel faktörler GO'ya benzerlik gösterir ve gıdaların pişirme, fermentasyon ve uzun süreli saklama gibi işlemlere maruz bırakıldığında MGO konsantrasyonunda artış meydana gelir (Nemet & Varga-Defterdarović, 2007).

Glikoliz evresi MGO'ya sebep olan ana yol olup MGO, trioz fosfat bileşiklerinin enzimatik veya enzimatik olmayan süreçlerinden meydana gelir. Şekerler retro-aldol veya oto oksidatif reaksiyonlar ile alkali ortamda oluşabildiği gibi karamelizasyon ile de ortaya çıkabilir. Uzun süreli depolama da MGO oluşumu destekleyen bir prosestir (Kuntz vd., 2009).

Şekil 2.7'deki gibi lipidler ısıtma ya da fotodegradasyon yoluyla bozunarak ve aseton metabolizması ile MGO oluşturur (Hollnagel & Kroh, 1998). Lipitlere benzer olarak protein metabolizmasının yan ürünü olarak da MGO oluşur (Allaman, Bélanger & Magistretti, 2015).

2004). Bu veri tabanı 2010 yılında 549 gıdaya genişletilerek pişirme yöntemlerinin de etkisi içeriğe dahil edilmiştir. Bu gıdalardan bazıları Tablo 2.3'te belirtilmiştir (Uribarri vd., 2010). Yıllar geçtikçe farklı yöntemlerle yapılan AGE gıda veri tabanı sayısı artmıştır (Gómez-Ojeda vd., 2018; Hull vd., 2012; Scheijen vd., 2016).

Protein içeriği yüksek gıdaların AGE içeriklerine bakıldığında; kırmızı et > beyaz et > balık eti > kurubaklagil , yumurta olarak sıralanabilir (Uribarri vd., 2010). Yağlı etler ise yağsız etlere göre daha fazla AGE içeriğine sahiptir. Ancak kuru ısıda AGE miktarı arttığı için yağsız ya da derisiz tavuk etinde AGE miktarında artış görülür (Chen & Scott Smith, 2015).

Peynirlerin AGE miktarları incelendiğinde; yağ oranı yüksek ve uzun yıllar bekletilen ürünlerde AGE fazladır. Süt ürünlerinde ise içerdikleri su oranlarına göre farklılıklar görülür. Yoğurt ya da süt, peynire göre su bakımından zengindir bu yüzden AGE içeriği peynire göre daha azdır (Uribarri vd., 2010).

Tablo 2.3: Bazı Besinlerin AGE Miktarları

Besin	AGE kU/100 g
Zeytinyağı	11,900
Çiğ et	707
Rosto et	6,071
Çedar peynir	5,523
Hamburger ^a	7,801
Ev yapımı pankek	973
Patates kızartması	694
Haşlanmış patates	17
Fırınlanmış elma	45
Muz	9
Konserve havuç	10
Salatalık	31
Domates	23
Yağsız süt	2
Yoğurt	4

Kaynak: Uribarri vd.,2010

Sebze ve meyveler araştırıldığında içerdikleri bol su ve düşük protein, yağdan dolayı AGE yönünden fakirdir. Ayrıca sebze ve meyveler diğer gıdalara göre daha fazla antioksidan ve polifenol içerir. Gıdalardaki antioksidanların AGE miktarını azaltıcı

etkisi olduğu düşünölmektedir. Meyveleri kurutmak da AGE miktarını arttırır (Uribarri, vd., 2010).

2.3.5 AGE'lerin Analizi

Beslenme kaynaklı AGE'nin tespiti için kullanılan yöntemler immunoassayler ve enströmental analiz olarak ikiye ayrılır.

Enströmental Analizler;

1)Gaz kromatografisi-kötle spektroskopisi (GC-MS)

2)Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC)

diodearray dedektör (DAD), floresans dedektör (FLD), floresans parmak izi dedektörü,

a)Sıvı kromatografisi (LC)

kötle spektroskopisi (MS), tandem kötle spektroskopisi (MS/MS)

Immunoasay Analiz;

1)Enzyme-linked immunisorbent assay (ELISA)

Günümüze kadar çeşitli yöntemler uygulanmış ve besinlerin içindeki AGE'ler ölçölmüştür. Floresan özellikte olmayan CML Tablo 2.4'teki gibi floresan özellik kazandırılan bir yöntem ile tespit edilmiştir (Chen & Scott Smith, 2015).

Tablo 2.4: AGE'leri Ölçmek için Kullanılan Farklı Yöntemler

Analit	Yöntem	Referans
Pentosidin	HPLC – FLD	(Jiang vd., 2007)
CML	HPLC – FLD (o-phthaldehyde ile floresan özellik kazandırılır. Ters faz kolon sistemi ile çalıştırılır.)	(Chen ve Scott Smith, 2015)
CML / CEL	LC- MS/MS	(Nomi vd., 2016)

CML	GC-MS	(Milkovska-Stamenova vd., 2015)
CML	ELISA	(Uribarri vd., 2010)
GO, MGO	HPLC-DAD	(Mahar vd., 2010) , (Arribas-Lorenzo ve Morales, 2010)
GO, MGO	LC-DAD-MS/MS	(Gensberger vd., 2012)

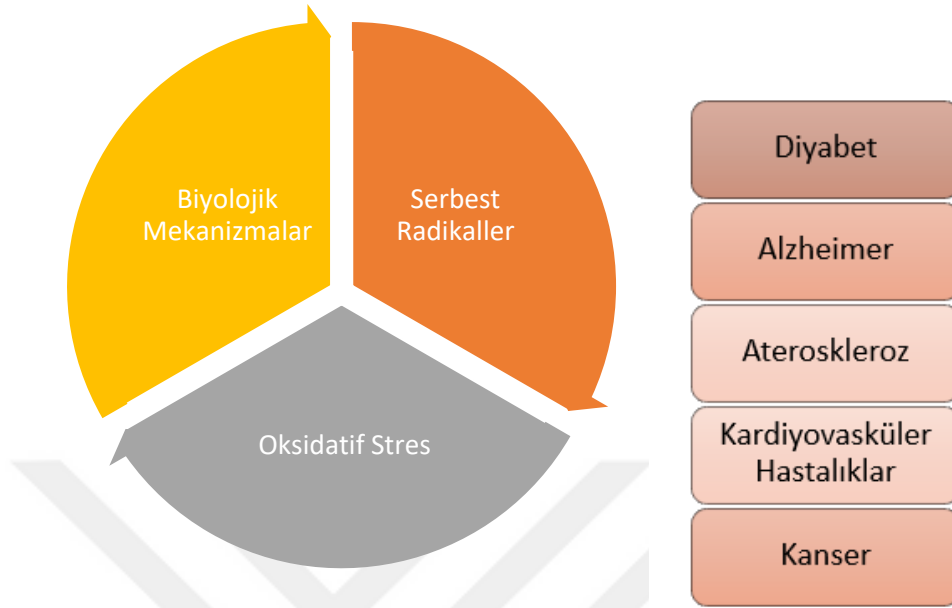
2.3.6 AGE'lerin Sağlık Üzerine Etkileri

Endojen AGE kaynaklarının oluşumu vücudumuzun rutininde gerçekleşen bir olaydır. Fakat dolaşım sisteminde ya da dokularda birikmesi ile toksik seviyeye gelebilir (Ulrich & Cerami, 2001). Etki mekanizmasına bakıldığında hücrenin reseptörlerine bağlanarak ya da doku proteinleri ile çapraz bağlanarak işlev bozukluğuna sebep olur (Çimen, 2008; Vlassara, 2001).

İnsanlar yaşlanmaya başladıkça protein döngüsü azalır ve doğal olarak karbonil moleküller dokularda birikmeye başlar (Fishman vd., 2018). Şekil Dokularda biriken reaktif karbonil grupları dikarbonil strese sebep olarak reaktif oksijen türlerine benzer etki yapar. Reaktif oksijen türleri oksidatif strese neden olan biyolojik mekanizmaları değiştiren süreci başlatır ya da başlayan süreç ilerler. Biyolojik sürecin doğru şekilde devam etmemesi ise diyabet, Alzheimer, ateroskleroz , kardiyovasküler hastalıklar ve kanserin patogenezinde Şekil 2.8'de olduğu gibi yer alır (Bellier vd., 2019; Dariya & Nagaraju, 2020). Oksidatif streste artış insülin direnci ve metabolik sendromun da altında yatan sebeplerin arasındadır (Keaney vd., 2003; Rekeneire vd., 2006).

AGE metabolizmasının anlaşılma sürecinde ilk bulgular CML ve pirralin gibi ürünlerin idrarda tespiti ile açığa çıkmıştır (Portero-otín vd., 1996). Ancak idrarda CML ölçümü, MR ürünü olarak tanımlanmadan önce de literatürde yer almıştır (Wadman vd., 1975). Laboratuvarlarda AGE tespiti için yapılan testler standartlaşmamıştır. İnsan idrarında, kanında, dokularında AGE tespiti yapmak için çeşitli immünolojik testler kullanılır (Cai vd., 2002). Sağlıklı bireylerin tükettiği dAGE

miktarının yalnızca %10'unu emilirken bunun da sadece %30'u idrarda belirlenebilir (Nowotny vd., 2018).



Şekil 2.8: Oksidatif Stresin Etkisi ile Vücut Mekanizmasının Bozulması

Kaynak: Dariya ve Nagaraju, 2020

Diyet oksidanlarının en önde gelen örnekleri MG ve CML gibi AGE'lerdir (Cai vd., 2002). AGE içeriği yüksek diyet ile beslenen kişilerin dolaşımlarına bu birikimin kolayca yansıdığı belirtilmiştir (Vlassara vd., 2002). Bir çalışmada 172 sağlıklı bireyin dolaşımındaki glikolitik ürün (MG,CML) ölçümü yapılmış ve bunlar oksidatif stres ile ilişkili bulunmuştur (Uribarri vd., 2007).

Plazmada glikoz seviyesinin yükselmesi vücuttaki glikasyon tepkimesine ivme kazandırarak AGE birikimine sebep olur. Tip 1 ve tip 2 diyabette doku ve plazma AGE miktarı oldukça yüksektir (Berg vd., 1999; Kilhovd vd., 1999). Diyabetli hastalarda yapılan çalışmalarda AGE içeriği düşük besin tüketiminin oksidatif stres ve inflamasyonu azaltacağı belirtilir (Vlassara, 2001).

Bir çalışmada MGO miktarı artışının sineklerde insülin direncine , hiperglisemiye ve obeziteye sebep olduğu belirtilmiştir (Moraru vd., 2018). İnsülin direnci ve hiperglisemi tip 2 diyabetin altında yatan nedenlerdir. Ayrıca MGO artışı nefropati ve kardiyovasküler hastalıkların oluşmasına katkıda bulunur (Vulesevic vd., 2016).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

3.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada İstanbul’da tüketilen kükürtlü kuru kayısı ve gün kurusu kayısılarda şeker bileşenlerinin ve ileri glikasyon son ürünlerinin (AGE) öncüllerinin araştırılması ve şeker bileşenlerinin AGE oluşumu üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

3.1.2. Araştırma Zamanı, Yeri ve Örnekler

Araştırma, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Laboratuvarlarında Eylül – Ekim 2020’de yapılmıştır. Bu çalışma için İstanbul genelinde 27 farklı yerde satılan kükürtlü ve gün kurusu kayısılar toplandı. Nem ve sıcaklık farkından etkilenmemesi için hava geçişi olmayan paketlerde -4°C - +4°C saklanmasına özen gösterildi.

3.2 Materyal

3.2.1. Kimyasallar, Cihazlar ve Malzemeler

Araştırmada kullanılan kimyasallar Tablo 3.1’de, cihazlar Tablo 3.2’de, çeşitli malzemeler Tablo 3.3’te belirtilmiştir.

Tablo 3.1: Kimyasallar

Kimyasallar	
D (-) Fruktöz standart ($C_6H_{12}O_6$), 57-48-7, (Sigma Aldrich)	Asetonitril (CH_3CN) (Sigma Aldrich)
D (+) Glukoz standart ($C_6H_{12}O$) 50-99-7, (Sigma Aldrich)	Sodyum Asetat ($C_2H_3NaO_2$) (Sigma Aldrich)
Sakkaroz standart ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 57-50-1, (Sigma Aldrich)	4-nitro-1,2-Feniladiamin (Sigma Aldrich)
Metanol (CH_3OH) 67-56-1,	Asetik Asit (CH_3COOH)

(Sigma Aldrich)	(Sigma Aldrich)
Glioksal (GO) (Sigma Aldrich)	Deiyonize Su
Metilglioksal (MGO) (Sigma Aldrich)	

Tablo 3.2: Cihazlar

Cihazlar	
HPLC (UFLC- Shimadzu, LC 20 AT)	Otoklav (Selecta Presoclave – II)
Analitik ters fazlı kolon (Agilent, Eclipse XCD-C18, 5 µm, 4,6x150 mm)	Regüler filtre kağıdı
Analitik terazi (±0,0001 g hassasiyette) (Radwag – AS 220.R)	Mutfak Robotu
Süzme sistemi ve 0,22 µm filtre	Otomatik Pipet (Axypet- autoclavable)
Ultrasonik su banyosu (Selecta ultrasons H-D)	Etüv (130±3 °C’ye ayarlanabilen) (Memmert)
Çalkalamalı su banyosu (Memmert)	Vortex Mixer (FOUR E’S scientific)
Dijital Ultra Turrax (IKA T 18)	Su Destilasyon Cihazı (Direct-Q 3 UV ultrapure (type1)
pH metre (HANNA HI/2211PH/ORP Meter)	0, 45 µm CA filtre (Chromafil CA-45/25)
Santrifüj (Hitachi – CR22N)	

Tablo 3.3: Çeşitli Malzemeler

Çeşitli Malzemeler			
Deney Tüpleri	Huni	Erlanmeyer	Balon Joje
Mezür	Manyetik balık	Falkon Tüp	Beher
Plastik Piset	Tüp sporları (Portüp)	Spatül	Tartı Kabı

3.3 Metot

3.3.1 GO ve MGO Tayini

a) Çözeltilerin Hazırlanması ve Analiz

Mahar vd. (2010) tarafından gıda maddelerinde GO ve MGO belirlemek için tanımlanan ekstraksiyon metodolojisi bazı değişiklikler yapılarak Şekil 3.1’te açıklanmıştır.

Sodyum Asetat Tampon (0,5 M): 41,01 g hassas terazi ile tartıldı. 1 L’lik balon jöjeye eklenerek hacim deiyonize suyla tamamlandı. Asetik Asit eklenerek pH metre ile pH’ı 3’e ayarlandı.

4-Nitro-1,2-Fenildiamin Çözeltisi: 50 mg 4-Nitro-1,2-Fenildiamin 100 mL metanol ile balon jöjede çözdürölür.

HPLC Koşulları:

Glioksal ve Metilglioksal Standartlarının HPLC Kromatogramı Şekil 3.2’de yer almaktadır.

Dedektör: UV/VIS

Pompa: LC 20AT

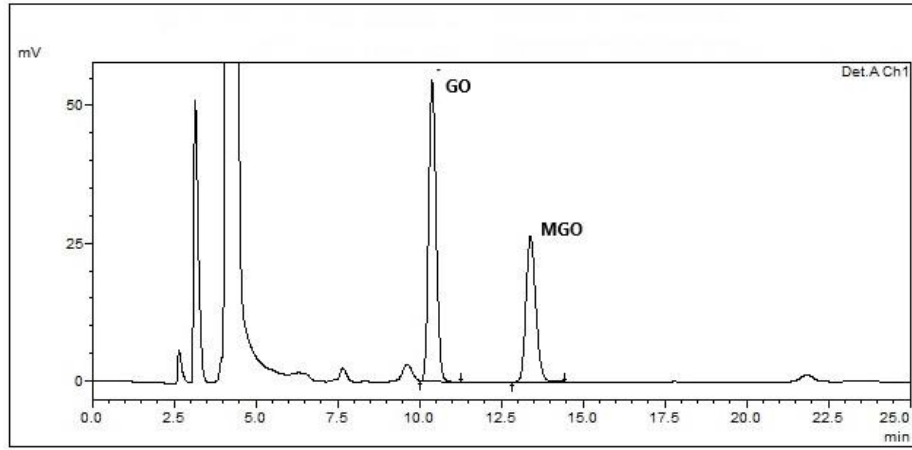
Mobil Faz: Metanol/Su/Asetonitril (42:56:2)

Dalga Boyu: 255 nm

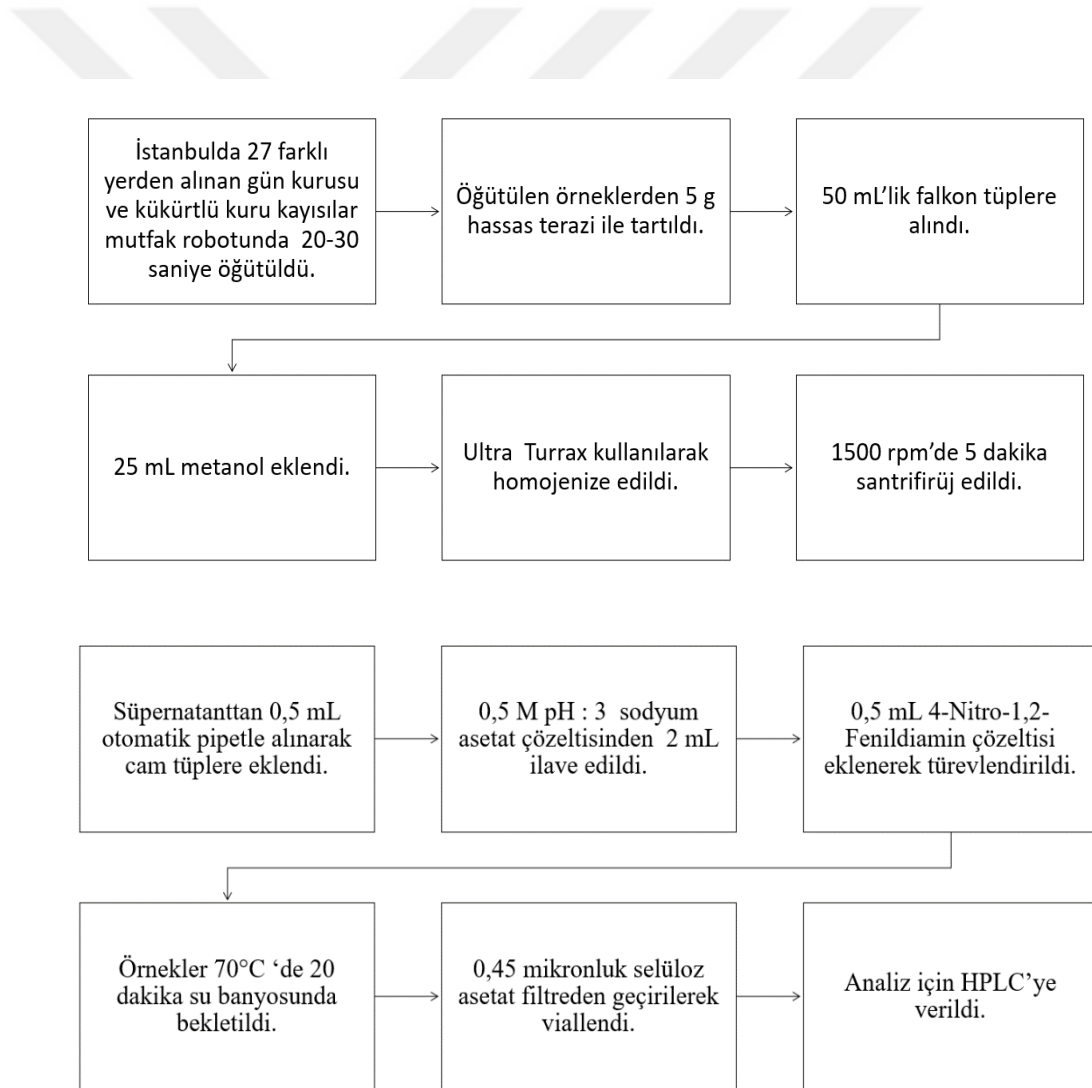
Akış hızı: 1mL/dk

Kolon: Inersil ODS-3

Kolon sıcaklığı: 30°C



Şekil 3.2: Gliksal ve Metilgliksal Standartlarının HPLC Kromatogramı



Şekil 3.1: Kuru Kayıslarda MGO ve GO Analiz Yöntemi

Kaynak: Mahar vd., 2010

3.3.2 Şeker Tayini

a) Hazırlanması ve Analiz

Richmond vd. (1981) tarafından tanımlanan şekerlerin ekstraksiyon yöntemi bazı değişiklikler yapılarak Şekil 3.3’da açıklanmıştır.

Fruktoz, glikoz, sakkaroz standart şeker bileşenleridir. 100 ml’lik balon jojeye her şeker standartından 2.5 g tartarak balon jojelere deiyonize su eklendi. Su ile şekerler çözdürüldü. Standartın hacmi su: metanol (75:25) olacak şekilde ayarlandı. Uygun görülen seyreltmeler yapıldı.

HPLC Koşulları

Dedektör: RI-20A

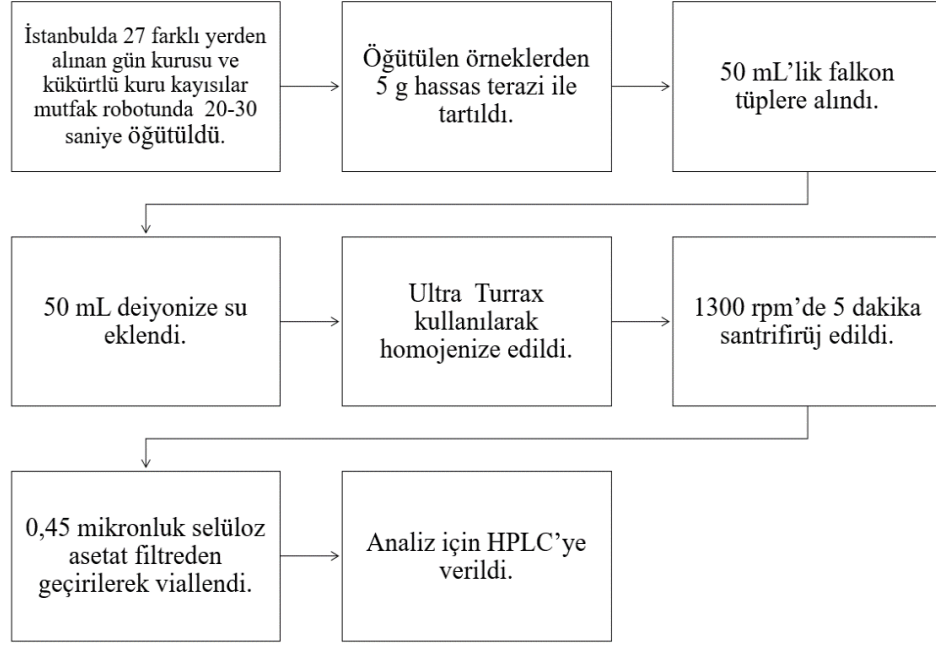
Pompa : LC 20AT

Mobil Faz: Asetonitril/Su (80:20)

Akış Hızı: 2 mL/dakika

Kolon: 250 x 4.6 mm, 5 µm

Kolon Sıcaklığı: 30°C



Şekil 3.3: Kuru Kayıslarda Şeker Bileşenleri Analiz Yöntemi

Kaynak: Richmond vd., 1981

3.3.3 İstatistiksel Analiz

İstatistiksel hesaplamalar için Minitab programı Anova Tukey's testi kullanıldı.

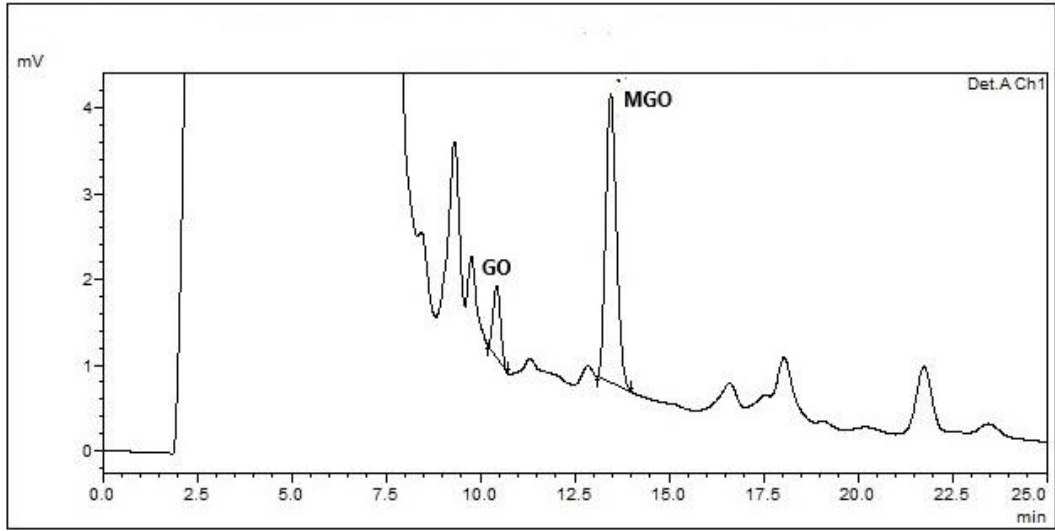
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

4.1. Ürünlerin GO ve MGO Miktarı

4.1.1 Gün Kuruşu Kayısların GO ve MGO Miktarı

27 farklı yerden satın alınan gün kuruşu kayısların AGE miktarlarını araştırmak amacıyla GO ve MGO miktarları HPLC kullanılarak analiz edildi. Gün kuruşu kayısların GO ve MGO HPLC kromatogramı Şekil 4.1’de mevcuttur. GO miktarlarına bakıldığı zaman gün kuruşu kayıslarda $4,0 \pm 0,2$ - $159,5 \pm 7,2$ $\mu\text{g}/100\text{g}$ arasında değiştiği tespit edilmiştir. MGO miktarlarına bakıldığı zaman $48,8 \pm 2,2$ - $2370,1 \pm 107,2$ $\mu\text{g}/100\text{g}$ arasında değişmekte olup Tablo 4.1’de ayrıntılı şekilde yer almaktadır.



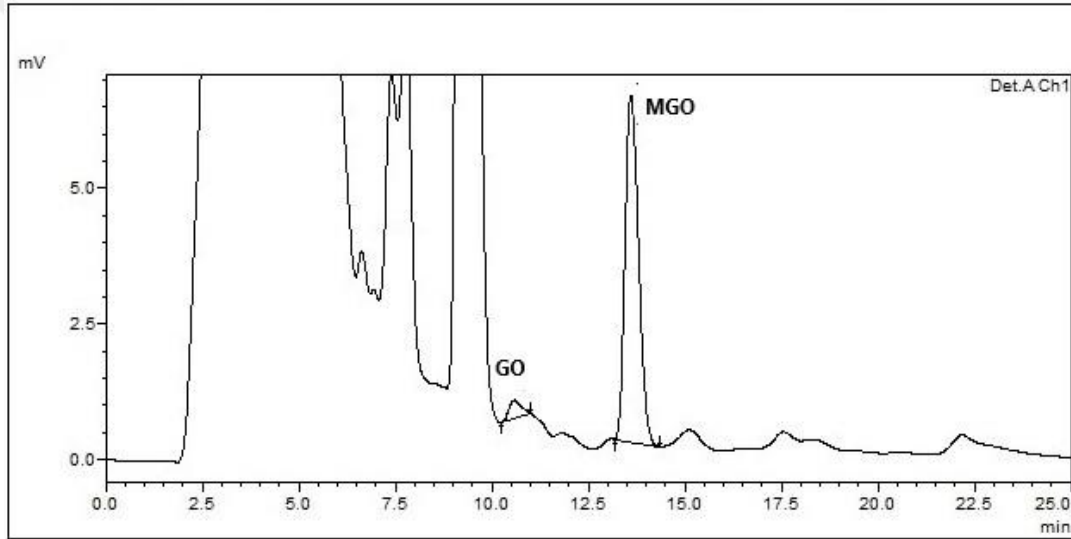
Şekil 4.1: Gün Kuruşu Kayısların GO ve MGO HPLC kromatogramı

Tablo 4.1: Gün Kuruşu Kayısların GO ve MGO Miktarları

Gün Kuruşu Kayısı	GO (µg/100g)	MGO (µg/100g)	Toplam (µg/100g)
1	123.6±5.6	1150.2±52.0	1273.7±57.6
2	4.0±0.2	2370.1±107.2	2374.1±107.4
3	90.7±4.1	1041.5±47.1	1132.2±51.2
4	108.6±4.9	1891.7±85.6	2000.3±90.5
5	74.8±3.4	766.4±34.7	841.2±38.1
6	147.5±6.7	1949.5±88.2	2097±94.9
7	109.6±5.0	1092.3±49.4	1202±54.4
8	93.7±4.2	2182.7±98.8	2276.4±103.0
9	92.7±4.2	1142.2±51.7	1234.9±55.9
10	78.7±3.6	1706.3±77.2	1785±80.8
11	112.6±5.1	866.1±39.2	978.7±44.3
12	85.7±3.9	1144.2±51.8	1229.9±55.6
13	95.7±4.3	975.7±44.1	1071.4±48.5
14	64.8±2.9	1723.2±78.0	1788±80.9
15	62.8±2.8	799.3±36.2	862.1±39.0
16	88.7±4.0	558.1±25.3	646.8±29.3
17	116.6±5.3	651.8±29.5	768.4±34.8
18	108.6±4.9	1638.5±74.1	1747.2±79.0
19	45.8±2.1	48.8±2.2	94.7±4.3
20	88.7±4.0	1342.5±60.7	1431.2±64.8
21	93.7±4.2	399.7±18.1	493.4±22.3
22	59.8±2.7	1140.2±51.6	1200±54.3
23	105.6±4.8	1112.3±50.3	1217.9±55.1
24	85.7±3.9	1135.2±51.4	1220.9±55.2
25	44.9±2.0	1505.0±68.1	1549.8±70.1
26	159.5±7.2	1245.8±56.4	1405.3±63.6
27	102.7±4.6	1010.6±45.7	1113.3±50.4

4.1.2 Kükürtlü Kuru Kayısların GO ve MGO Miktarı

27 farklı yerden satın alınan kükürtlü kuru kayısların AGE miktarlarını araştırmak amacıyla GO ve MGO miktarları HPLC kullanılarak analiz edildi. Kükürtlü kuru kayısların GO ve MGO HPLC kromatogramı şekil 4.2’de mevcuttur. GO miktarlarına bakıldığı zaman kükürtlü kuru kayısların $3,0\pm0,1$ - $117,6\pm5,3$ $\mu\text{g}/100\text{g}$ arasında değiştiği tespit edilmiştir. MGO miktarlarına bakıldığı zaman $1495,0\pm67,6$ - $14132,7\pm639,4$ $\mu\text{g}/100\text{g}$ arasında değişmekte olup Tablo 4.2’de ayrıntılı şekilde yer almaktadır.



şekil 4.2: Kükürtlü Kuru Kayısların GO ve MGO HPLC kromatogramı

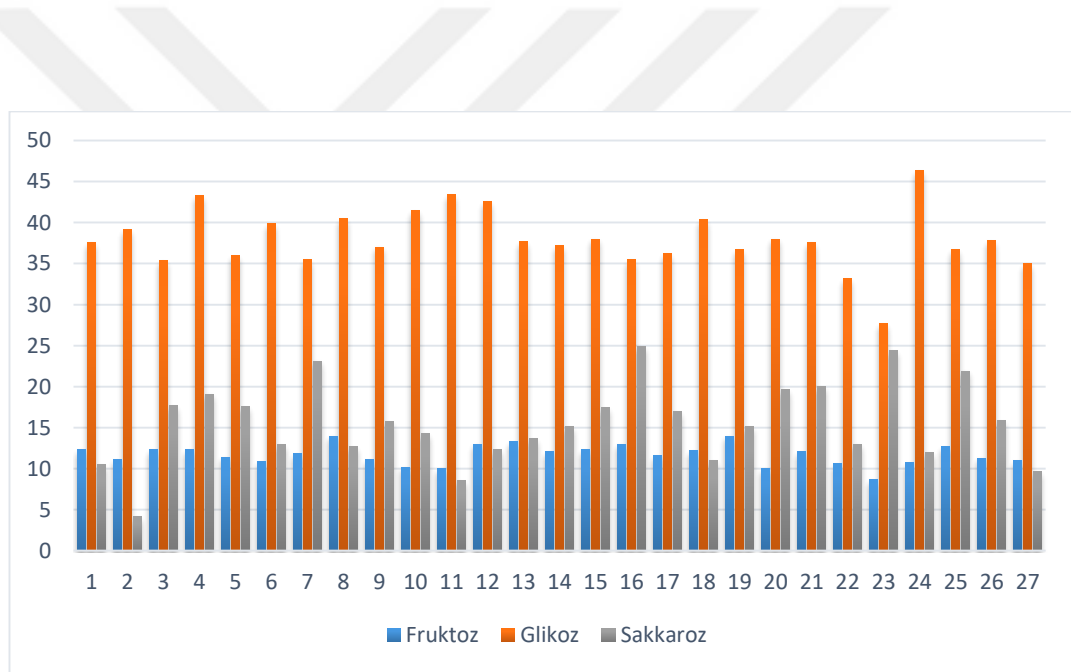
Tablo 4.2: Kükürtlü Kuru Kayısların GO ve MGO Miktarları

Kükürtlü Kuru Kayısı	GO (µg/100g)	MGO (µg/100g)	Toplam (µg/100g)
1	86.7±3.9	2700.0±122.2	2786.7±126.1
2	11.0±0.5	2397.0±108.4	2407.9±108.9
3	18.9±0.9	8058.1±364.6	8077.0±365.4
4	78.7±3.6	3776.4±170.9	3855.1±174.4
5	80.7±3.7	3000.0±135.7	3080.7±139.4
6	17.9±0.8	7412.2±335.4	7430.2±336.2
7	20.9±0.9	742.2±335.9	7445.1±336.8
8	26.9±1.2	7745.1±350.4	7772±351.6
9	40.9±1.8	3328.9±150.6	3369.7±152.5
10	117.6±5.3	2806.6±127.0	2924.2±132.3
11	77.7±3.5	3337.8±151.0	3415.6±154.5
12	14.0±0.6	7657.4±346.4	7671.3±347.1
13	15.0±0.7	12942.7±585.6	12957.7±586.2
14	73.8±3.3	9933.8±449.4	10007.5±452.8
15	62.8±2.8	9467.3±428.3	9530.1±431.2
16	87.7±4.0	14132.7±639.4	14220.4±643.4
17	24.9±1.1	1495.0±67.6	1519.9±68.8
18	19.9±0.9	4338.5±196.3	4358.4±197.2
19	23.9±1.1	5578.3±252.4	5602.3±253.5
20	40.9±1.8	9413.5±425.9	9454.4±427.7
21	80.7±3.7	3095.6±140.1	3176.4±143.7
22	28.9±1.3	4389.3±198.6	4418.2±199.9
23	19.9±0.9	4966.4±224.7	4986.3±225.6
24	82.7±3.7	4570.7±206.8	4653.4±210.5
25	3.0±0,1	5961.1±269.7	5964.1±269.8
26	85.7±3.9	2394.0±108.3	2479.7±112.2
27	24,9±1.1	3510.3±158.8	3535.2±159.9

4.2 Ürünlerin Şeker Miktarı

4.2.1. Gün Kuruşu Kayısların Şeker Miktarı

27 farklı yerden satın alınan gün kuruşu kayısların şeker miktarlarını araştırmak amacıyla fruktoz, glikoz ve sükroz değerleri HPLC kullanılarak analiz edildi. Analiz edilen miktarlar Şekil 4.3'te şematize edilmiştir. Fruktoz değeri $8,67 \pm 0,39$ - $13,95 \pm 0,63$ g/100g, glikoz $27,61 \pm 1,25$ - $46,15 \pm 2,09$ g / 100g, sakkaroz ise $9,57 \pm 0,43$ - $24,82 \pm 1,12$ g/100g arasında değişmekte olup Tablo 4.3'te ayrıntılı şekilde yer almaktadır.



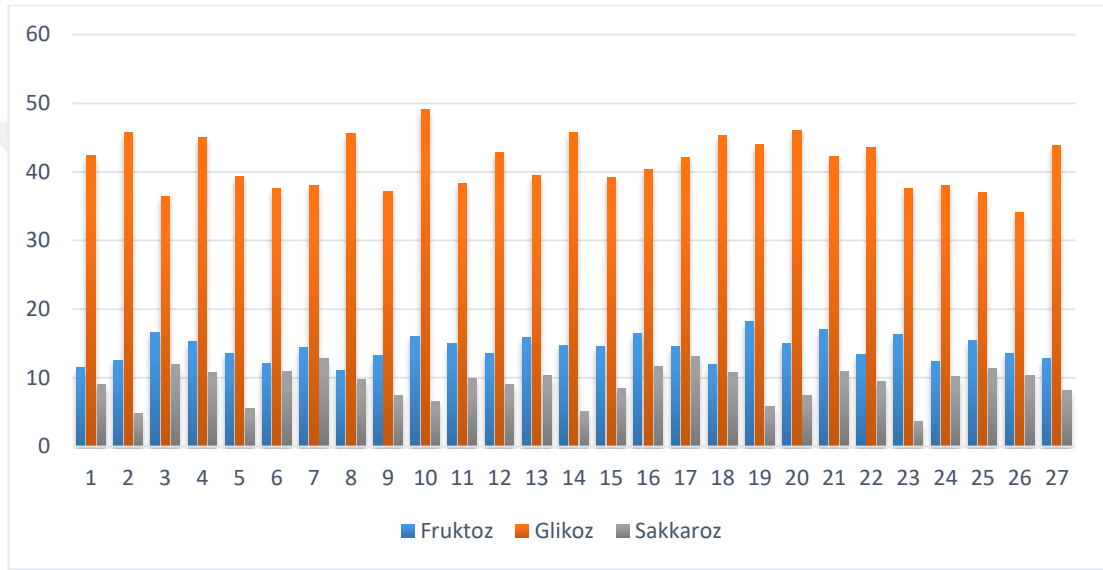
Şekil 4.3: Gün Kuruşu Kayısların Şeker Miktarı

Tablo 4.3: Gün Kuruşu Kayısların Şeker Miktarı

	Fruktoz (g/100g)	Glikoz (g/100g)	Sakkaroz (g/100g)	Toplam (g/100g)
1	12.26±0.55	37.38±1.69	10.47±0.47	60.1±2.72
2	11.06±0.50	38.97±1.76	4.09±0.18	54.12±2.45
3	12.26±0.55	35.28±1.60	17.64±0.80	65.18±2.95
4	12.26±0.55	43.16±1.95	19.04±0.86	74.45±3.37
5	11.36±0.51	35.88±1.62	17.54±0.79	64.78±2.93
6	10.86±0.49	39.77±1.80	12.86±0.58	63.49±2.87
7	11.76±0.53	35.38±1.60	23.02±1.04	70.17±3.17
8	13.95±0.63	40.37±1.83	12.66±0.57	66.98±3.03
9	11.06±0.50	36.88±1.67	15.65±0.71	63.59±2.88
10	10.17±0.46	41.36±1.87	14.25±0.64	65.78±2.98
11	9.97±0.45	43.26±1.96	8.57±0.39	61.79±2.80
12	12.96±0.59	42.36±1.92	12.26±0.55	67.57±3.06
13	13.26±0.60	37.57±1.70	13.65±0.62	64.48±2.92
14	12.06±0.55	37.08±1.68	15.05±0.68	64.19±2.90
15	12.26±0.55	37.87±1.71	17.34±0.78	67.47±3.05
16	12.96±0.59	35.38±1.60	24.82±1.12	73.16±3.31
17	11.56±0.52	36.08±1.63	16.94±0.77	64.58±2.92
18	12.16±0.55	40.27±1.82	10.96±0.50	63.39±2.87
19	13.95±0.63	36.58±1.65	15.05±0.68	65.58±2.97
20	9.97±0.45	37.87±1.71	19.53±0.88	67.37±3.05
21	12.06±0.55	37.47±1.70	19.93±0.90	69.47±3.14
22	10.56±0.48	33.09±1.50	12.96±0.59	56.61±2.56
23	8.67±0.39	27.61±1.25	24.32±1.10	60.6±2.74
24	10.66±0.48	46.15±2.09	11.96±0.54	68.77±3.11
25	12.66±0.57	36.58±1.65	21.83±0.99	71.06±3.22
26	11.26±0.51	37.67±1.70	15.75±0.71	64.68±2.93
27	10.96±0.50	34.88±1.58	9.57±0.43	55.41±2.51

4.2.2 Kükürtlü Kuru Kayısların Şeker Miktarı

27 farklı yerden satın alınan gün kurusu kayısların şeker miktarlarını araştırmak amacıyla fruktoz, glikoz ve sakkaroz değerleri HPLC kullanılarak analiz edildi. Analiz edilen miktarlar Şekil 4.4'te şematize edilmiştir. Fruktoz değeri $11,06 \pm 0,50$ - $18,14 \pm 0,82$ g/100g, glikoz $33,99 \pm 1,54$ - $48,94 \pm 2,21$ g/100g, sükkroz ise $3,69 \pm 0,17$ - $13,06 \pm 0,59$ g/100g arasında değışmekte olup Tablo 4.4'te ayrıntılı şekilde yer almaktadır.



Şekil 4.4: Kükürtlü Kuru Kayısların Şeker Miktarı

Tablo 4.4: Kükürtlü Kuru Kayısların Şeker Miktarı

	Fruktoz (g/100g)	Glikoz (g/100g)	Sakkaroz (g/100g)	Toplam (g/100g)
1	11.46±0.52	42.26±1.91	9.04±0.41	62.76±2.84
2	12.56±0.57	45.55±2.06	4.78±0.22	62.89±2.85
3	16.54±0.75	36.28±1.64	11.86±0.54	64.68±2.93
4	15.25±0.69	44.85±2.03	10.66±0.48	70.76±3.20
5	13.55±0.61	39.17±1.77	5.48±0.25	58.21±2.63
6	12.06±0.55	37.47±1.70	10.86±0.49	60.4±2.73
7	14.35±0.65	37.97±1.72	12.76±0.58	65.08±2.94
8	11.06±0.50	45.45±2.06	9.67±0.44	66.18±2.99
9	13.16±0.60	37.08±1.68	7.38±0.33	57.61±2.61
10	16.05±0.73	48.94±2.21	6.58±0.30	71.56±3.24
11	14.95±0.68	38.17±1.73	9.87±0.45	62.99±2.85
12	13.55±0.61	42.76±1.93	9.07±0.41	65.38±2.96
13	15.85±0.72	39.37±1.78	10.27±0.46	65.48±2.96
14	14.75±0.67	45.55±2.06	5.08±0.23	65.38±2.96
15	14.55±0.66	38.97±1.76	8.37±0.38	61.89±2.80
16	16.45±0.74	40.17±1.82	11.56±0.52	68.17±3.08
17	14.55±0.66	41.96±1.90	13.06±0.59	69.57±3.15
18	11.96±0.54	45.15±2.04	10.66±0.48	67.77±3.07
19	18.14±0.82	43.85±1.98	5.78±0.26	67.77±3.07
20	14.95±0.68	45.85±2.07	7.48±0.34	68.27±3.09
21	16.94±0.77	42.16±1.91	10.86±0.49	69.97±3.17
22	13.36±0.60	43.36±1.96	9.37±0.42	66.08±2.99
23	16.25±0.74	37.47±1.70	3.69±0.17	57.41±2.60
24	12.36±0.56	37.97±1.72	10.17±0.46	60.5±2.74
25	15.35±0.69	36.88±1.67	11.36±0.51	63.59±2.88
26	13.55±0.61	33.99±1.54	10.37±0.47	57.91±2.62
27	12.76±0.58	43.65±1.98	8.17±0.37	64.58±2.92

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA

5.1 Şeker İçerikleri

Türkiye’de yetiştirilen 27 kayısı çeşidinden en fazla üretimi sağlanan tipler; Hacıhaliloğlu, Çataloğlu, Kabaası, Soğanoğlu, Hasanbey ve Zerdali’dir (Hacıseferoğulları vd., 2007; Kara vd., 2012).

Meyvelerin duyuşal kalitelerine bakıldığı zaman tüketici tercihlerinde seçilen ürünün tatlı olması istenilen özellikler arasında olup bu konu ise içerdiği şekerler ile ilişkilidir (Todorovic vd., 2017).

Kayısı üretimi yapılan çeşitli bölgelerde sonuçlanan analizlerde kayısı gen yapısının, kayısının içerdiği şeker miktarını etkilediği açıklanmıştır (Caliskan, Bayazit & Sumbul, 2012; Fan vd., 2017).

Çevresel faktörlere bakıldığı zaman toprağı sulanan, nemli yapı ile kurak bir toprakta yetişen kayısının içerdiği şeker oranlarının farklı olduğu ortaya çıkmıştır. Kurak alanda yetişen kayısının daha tatlı olduğu yapılan çalışmalar ile gösterilmiştir. Naryal vd. (2019), yaptıkları çalışmada ise yüksek bir arazide yetişen kayısıların daha fazla şeker içeriğine sahip olduğunu bildirmiştir.

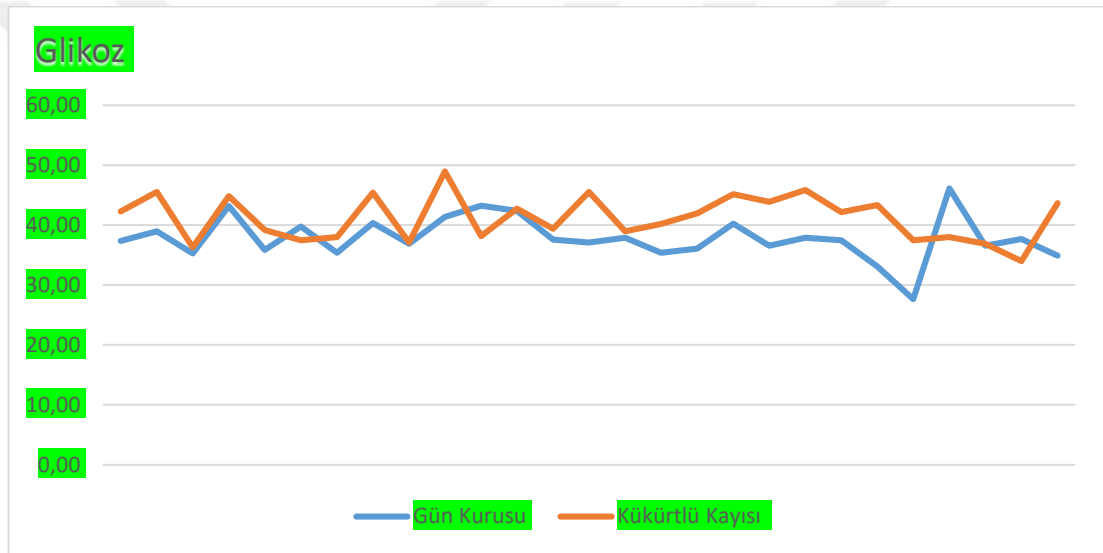
Türkomp’a göre gün kurusu kayısıda fruktoz miktarı 5,74 g olup 5,02 - 7,45 g/100g, glikoz miktarı 16,02 g olup 15,15 - 17,65 g/100g, sakkaroz 4,33 g olup 1,56 - 6,26 g/100g aralığındadır. Çalışmamızda HPLC ile analiz edilen gün kurusu fruktoz değeri ise 8,67 - 13,95 g/100g, glikoz 27,61 - 46,15 g/100g, sakkaroz 9,57 - 24,82 g/100g aralığındadır. Gün kurusu kayısı içeriğinde analiz edilen her bir şeker miktarının Türkomp’ta belirtilen maksimum değerden daha yüksek olduğu görülmüştür.

Türkomp’a göre kükürtlü kayısıda fruktoz miktarı 8,7 g olup 5,13 - 14,17 g/100g, glukoz 22,87 g olup 14,59 - 35,68 g/100g, sakkaroz 4,04 g olup 3,24 - 5,15 g/100g arasındadır. Çalışmamızda HPLC ile analiz edilen kükürtlü kayısı fruktoz değeri ise 11,06 - 18,14 g/100g, glikoz 33,99 - 48,94g/100g, sakkaroz ise 3,69 - 13,06 g/100g arasındadır. Kükürtlü kayısı içeriğinde analiz edilen fruktoz ve glikoz miktarının

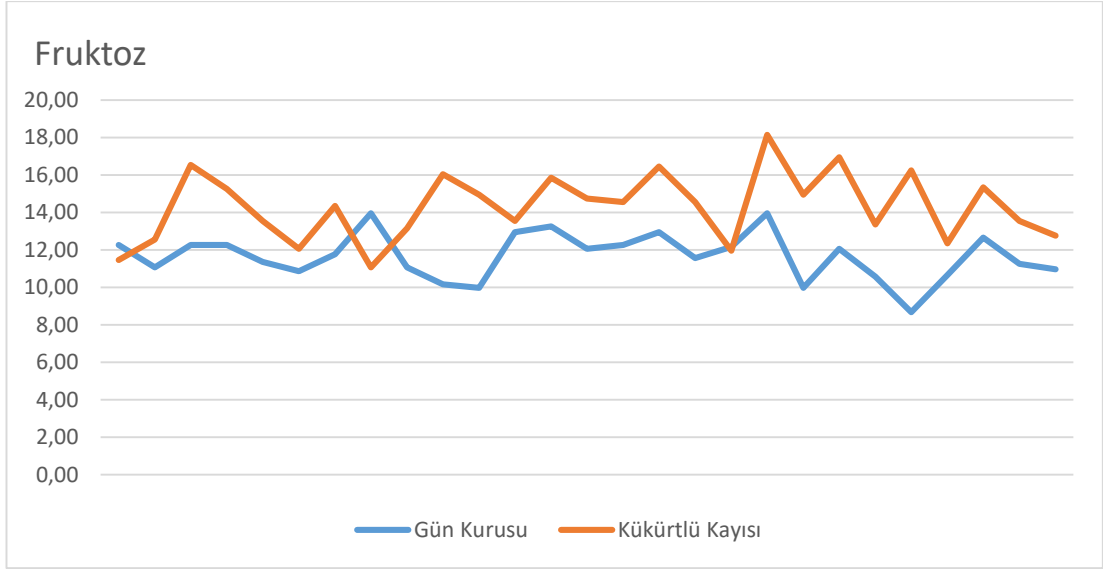
Türkomp'ta belirtilen değerden daha yüksek olduğu ancak maksimum değer altında da sonuçlar olduğu görülmüştür. Ancak sakkaroz miktarının Türkomp'taki minimum olarak belirtilen sonuçla çok yakın olduğu söylenebilir.

Kükürtlü kayıslarda glikoz ve fruktoz miktarının gün kurusu kayıslara göre daha yüksek olduğu Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'de gösterilirken, sakkaroz miktarının ise gün kurusu kayıslarda daha yüksek olduğu tespit edilmiş olup Şekil 5.3'te belirtilmiştir.

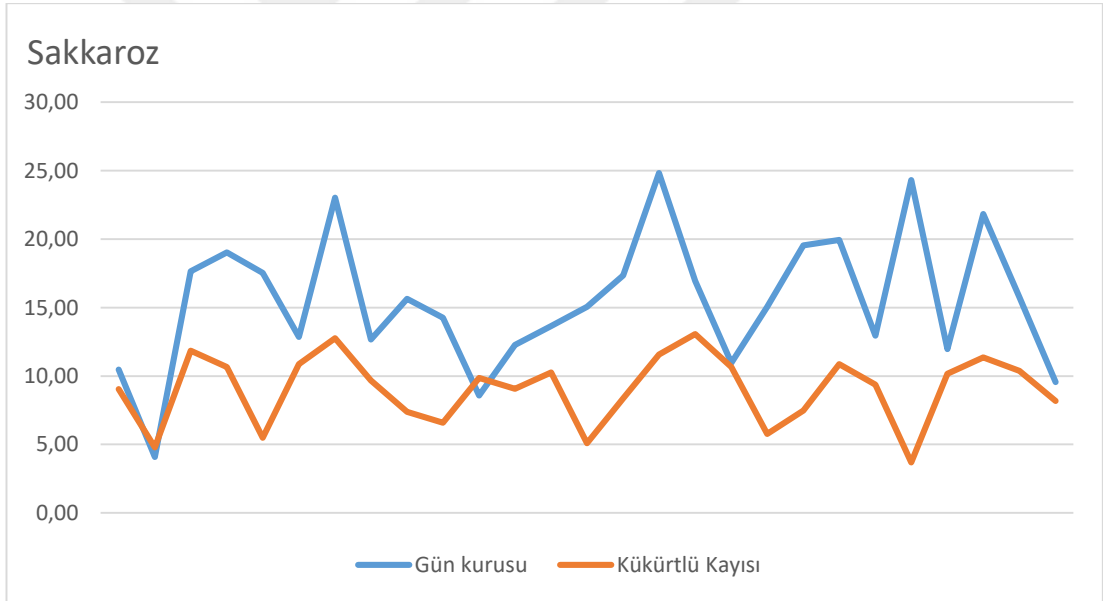
Çalışmamızda gün kurusu kayıslardaki toplam şeker miktarının 54,12- 74,45 g/100g arasında olduğu, kükürtlenmiş kayısıda ise 57,41- 71,56 g/100g arasında olduğu belirtilmiştir.



Şekil 5.1: Kuru Kayıslardaki Glikoz Miktarı



Şekil 5.2: Kuru Kayıslardaki Fruktoz Miktarı



Şekil 5.3: Kuru Kayıslardaki Sakkaroz Miktarı

Karataş (2014), çalışmasında farklı kayısı tipleri ve farklı kurutma çeşitleri uygulayarak aralarında bir ilişki olup olmadığına bakmış ve güneşte kuruttuğu kayısların sakkaroz miktarını 21,32 - 66,14 g/100g, kükürtleyerek kuruttuklarının ise 28,14 - 71,91 g/100g aralığında olduğunu belirterek kurutma tekniklerinin sakkaroz miktarına etkisini de istatistiksel olarak anlamlı bulmuştur. Ancak Türkomp verilerinden daha yüksek sonuçlar alınmıştır. Çalışma incelendiğinde, güneşte

kurutulan ve kükürtlenererek kurutulan kayısılar arasında en yüksek sakkaroz miktarının Hacıhaliloğlu çeşidi olduğu ortaya çıkmıştır.

Aynı çalışmada en düşük toplam şeker miktarlarında ise güneşte kurutulan gün kurusu tipi kayısıda 66,06 g/100g kuru ağırlık ile Adilcevaz çeşidi, kükürtlenermiş kayısıda ise 72,55 g/100g kuru ağırlık ile Şam çeşidi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kurutma tekniklerinin toplam şeker değerini etkileme aşamasında küçük farklar olduğu açıklanmıştır (Karataş, 2014).

Kayısı kurutma tekniklerinin toplam şekerler üzerine etkisine bakıldığında değerlerin birbirine yakın olduğu ve çalışmamızdaki sonuçların literatürdeki bu bilgiyi desteklediği görülmektedir.

5.2 GO ve MGO İçerikleri

Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu olan Maillard Tepkimesi'nin gıdalarda meydana gelebilmesi depolama sürecinde ya da ısıya maruz kalma durumunda indirgen şekerlerin bir amino grubu ile etkileşmesiyle oluşur. Birbirini takip eden 3 basamakla birlikte çeşitli Amadori bileşikler oluşur (BeMiller, 2018). Amadori bileşikler de belirli reaksiyonlar geçirerek çeşitli reaktif karbonil bileşikler olan GO ve MGO gibi ürünler açığa çıkartır (Sharma vd., 2015).

Endojen olarak MGO ya da GO oluşabilmesi için lipid ya da protein metabolizması meydana gelmesi gerekir veya glikoliz evresinde dihidroksiaseton fosfat parçalanarak oluşum gerçekleşir (Allaman vd., 2015; Sharma vd., 2015; Uribarri vd., 2010).

Eksojen olarak diyetle oluşabilmeleri için karamelizasyon, mikrobiyal fermentasyon, Maillard tepkimesi ya da lipid peroksidasyonu gerçekleşebilir ve ileri glikasyon son ürünlerine sebep olan karbonil ara bileşikler meydana gelir (Amoroso, Maga & Daglia, 2013; Luevano-Contreras & Chapman-Novakofski, 2010)

Dikarbonil bileşikler; kurabiye ya da pişmiş diğer gıdalar gibi yüksek oranda yağ içeren ürünlerde lipid peroksidasyonu ile oluşabilir (Papetti, Mascherpa & Gazzani, 2014). Jiang vd. (2013) tereyağı, margarin, aspir yağı, sığır yağı ve peynirdeki toplam α -DC bileşiklerini 100 °C ve 200 °C'de ısıtıktan sonra karşılaştırmıştır. Toplam α -DC düzeylerini tereyağında 55 kat, margarinde ise 15 kat arttırdığını gözlemlemiştir.

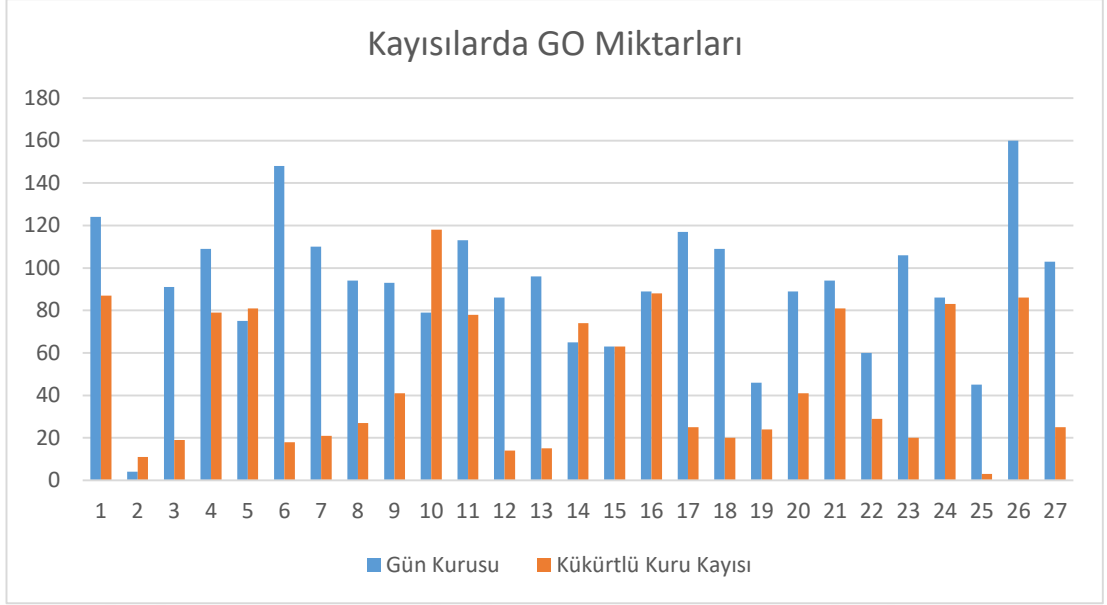
Çatak (2020), 7 farklı yerden aldığı patates kızartmalarındaki GO ve MGO miktarlarını tespit etmiş ve patateslerin yağda, yüksek ısıya uzun süre maruz kalarak AGE bakımından yüksek değerler oluşturduğunu belirtmiştir.

Tablo 5.1: Taze Kayısı, Gün Kurusu Kayısı ve Kükürtlü Kayısıdaki Bazı Besin İçeriklerinin Karşılaştırılması

	Taze Kayısı	Gün Kurusu Kayısı	Kükürtlü Kayısı
Protein (Türkomp)	0.27 g/100g	2.98 g/100g	2.96 g/100g
Protein (USDA)	1.4 g/100g	3.39 g/100g	3.39 g/100g
β -karoten(Türkomp)	809 μ /100g	3348 μ /100g	2252 μ /100g
β -karoten (USDA)	1094 μ /100g	2163 μ /100g	2163 μ /100g
A vitamini (Türkomp)	67 RE/100g	279 RE/100g	188 RE/100g
A vitamini (USDA)	96 RE/100g	180 RE/100g	180 RE/100g

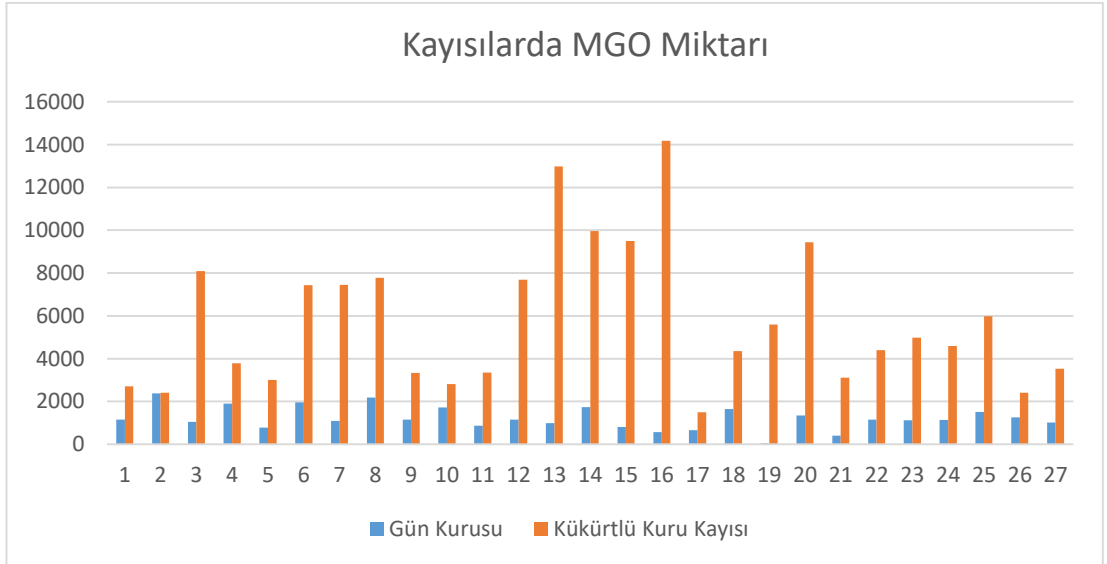
Tablo 5.1’de Türkomp ve USDA verilerine bakıldığında taze kayısındaki protein miktarının kuru kayıslara göre çok daha az olduğu rapor edilmiştir. Amerikan Diyetisyen Derneği’nin (2010) yayınladığı araştırmaya göre, meyve ve sebzelerde az miktarda yağ olduğu için ve bunların pişirme , kavurma gibi işlemlere diğer besinlere göre daha az maruz kaldığı için AGE oluşumu yüksek besinler arasında olmadığını belirtir (Uribarri vd., 2010). GO ve MGO sırası ile N- ϵ -karboksietil lizin (CEL) ve N- ϵ -karboksimetil lisin (CML)’in bir protein yapısındaki lizin kalıntısı ile reaksiyonundan oluşur (Sharma vd., 2015). Taze kayısındaki protein miktarının düşük olması, ortaya çıkacak dikarbonil bileşiklerinin azlığı ile bu da ileri glikasyon son ürün oluşumunun diğer besin türlerine kıyasla daha düşük olması ile ilişkilendirilebilir.

Gün kurusu ve kükürtlü kayısındaki protein değerlerin birbirine çok yakın olduğu ve taze kayısındakinden ortalama 3 kat daha fazla olduğu Tablo 5.1’de görülür. Çalışmamızda gün kurusu kayısıların GO miktarlarına bakıldığı zaman 4,0- 159,5 μ g/100 g arasında değiştiği, kükürtlü kayısıların GO miktarlarına bakıldığı zaman 3,0- 117,6 μ g/100 g arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir. Gün kurusu kayıslarda kükürtlülere göre küçük bir farkla daha fazla GO içerdiği Şekil 5.4’te şematize edilmiştir.



Şekil 5.4: Kuru Kayıslarda GO Miktarları

Çalışmamızda gün kuru kayısıların MGO miktarlarına bakıldığı zaman ise 48,8 – 2370,1 $\mu\text{g}/100\text{g}$ arasında değiştiği, kükürtlü kayısı MGO miktarlarına bakıldığı zaman 1495,0 – 14132,7 $\mu\text{g}/100\text{g}$ arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir. Kükürtlü kayısıların gün kuru kayıslardan ortalama 5 kat daha fazla MGO içerdiği Şekil 5.5'te görülmektedir.



Şekil 5.5: Kuru Kayıslarda MGO Miktarları

5.3 İndirgen Şekerler ve AGE

5.3.1 İndirgen Şekerlerin AGE Oluşumuna Etkisi

GO, MGO ya da 5 hydroxymethylfurfural gibi bozunma ürünleri oluşturan bir diğer enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu karamelizasyondur. Maillard tepkimesinden farklı olarak piroliz bir esmerleşme reaksiyonudur. İndirgen şekerlerin amin grubu varlığında ya da yokluğunda fark etmeksizin asit yardımı ile gerçekleşen bozunma reaksiyonları birbirine çok benzerdir (Bharate & Bharate, 2014; Khajavi vd., 2005). Karamelizasyon reaksiyonu için başlama koşulları pH 3-9 arasında 120°C’de, Maillard Reaksiyonu için ise pH 4-7 arasında 50°C'nin üzerinde olmalıdır (Kroh, 1994). Karamelizasyon tepkimesi için disakkarit yapıda olan sakkaroz bileşiği glikoza ve fruktoza hidrolize edilerek reaksiyon gerçekleşir (Woo vd., 2015). Karamelizasyon tepkimesi gerçekleştikten sonra, α -Dikorbanil bileşikler ve 5- hidroksimetilfurfural gibi bozunma ürünleri oluşabilir (Khajavi vd., 2005). Karamelizasyon sonucu oluşan GO, MGO miktarı Maillard tepkimesi ile oluşan ara ürünlere kıyasla daha çok sayıdadır (Wang vd., 2019). Kuru kayısılardaki protein miktarının azlığı ve indirgen şeker miktarının çokluğu oluşan dikarbonil bileşiklerinin sebeplerinden birinin karamelizasyon olabileceğini düşündürür.

5.3.2 Gün Kuru Kayıslarda İndirgen Şekerlerin AGE Oluşumuna Etkisi

2 numaralı gün kuru kayısı 2370,1 μg /100g, 2374,06 μg /100g ile sırasıyla en yüksek MGO ve toplam AGE miktarına sahiptir. 4,09 g/100g ile en düşük sakkaroz miktarına sahip olup, 38,97 g/100g ile ortalama glikoz miktarından daha yüksek bir değere sahiptir. 8 numaralı gün kuru kayısı 2182,7 μg /100g en yüksek ikinci MGO miktarına sahip olurken aynı şekilde en yüksek ikinci toplam AGE değerine de sahiptir. 8 numaralı gün kuru kayısının fruktoz miktarına bakıldığında 13,95 g/100g ile ikinci en yüksek değerde olduğu görülür. Sakkaroz miktarına bakıldığında ise ortalama değerden daha az olduğu görülür. 6 numaralı gün kuru kayısının üçüncü en yüksek MGO ve toplam AGE miktara sahip gün kuru kayısı olurken 39,77g/100g ile glikoz değeri 2 numaralı gün kuru kayısından daha yüksektir.

19 numaralı gün kuru kayısı 48,44 μg /100g, 94,68 μg /100g ile sırasıyla en düşük MGO ve toplam AGE miktarına sahipken, 36,58 g/100g ile ortalama glikoz miktarının altındadır. 13,95 g/100g ile en yüksek fruktoz miktarına sahiptir. 21 numaralı gün

kurusu kayısı 399,66 µg/100g, 493,35 µg/100 g ile en düşük ikinci MGO ve toplam AGE miktarına sahipken, 19,93 g/100g ile en yüksek sakkaroz değerleri arasındadır. 16 numaralı gün kurusu 558,13 µg/100g, 646,84 µg/100g ile en düşük üçüncü MGO ve toplam AGE miktarına sahipken, 24,82 g/100g ile en yüksek sakkaroz miktarına sahiptir.

5.3.3 Kükürtlü Kuru Kayıslarda İndirgen Şekerlerin AGE Oluşumuna Etkisi

16 numaralı kükürtlü kayısı 14132,73 µg/100g, 14220,44 µg/100g ile sırasıyla en yüksek MGO ve toplam AGE miktarına sahiptir. 16,45 g/100g ile değeri yüksek fruktoz miktarları arasında olup, 11,56 g/100g ile yüksek değerli sakkaroz miktarına sahip olan kayıslardan biridir. 13 numaralı kükürtlü kayısı 12942,71 µg/100g, 12957,66 µg/100g sırasıyla en yüksek ikinci MGO ve toplam AGE miktarına sahiptir. 13 numaralı gün kurusu kayısının fruktoz miktarına bakıldığında 15,85 g/100g ile yüksek değerler arasında olduğu görülür. 14 numaralı kükürtlü kayısının 9933,78 µg/100g, 10007,53 µg /100g ile sırasıyla üçüncü en yüksek MGO ve toplam AGE miktara sahip kükürtlü kayısı olurken 45,55 g/100g ile glikoz değeri yüksek kükürtlü kayıslardan biridir. Sakkaroz değeri 5,08 g/100g ile en düşük sakkaroz değerleri arasındadır.

17 numaralı kükürtlü kayısı 1495,00 µg/100g, 1519,92 µg/100g ile sırasıyla en düşük MGO ve toplam AGE miktarına sahipken, 13,06 g/100g ile en yüksek sakkaroz miktarına sahiptir. 26 numaralı kükürtlü kayısı 2393,99 µg/100g ile ikinci en düşük; 2 numaralı kükürtlü kayısı 2396,98 µg/100g ile üçüncü en düşük MGO miktarına sahipken toplam AGE miktarında 2 numaralı kükürtlü kayısı en düşük ikinci, 26 numaralı kükürtlü kayısı en düşük üçüncü sırada yer almaktadır. 2 numaralı kükürtlü kayısı 45,55 g/100g ile en yüksek glikoz değerine sahip kayısılar arasında yer alırken, 12,56 g/100g fruktoz ile düşük seviyelerdeki kükürtlü kayıslardan biridir. 2 numaralı kükürtlü kayısı 4,78 g/100g ile en düşük ikinci sakkaroz miktarına sahip kayısıdır.

Literatürde indirgen şekerler ile dikarbonil grupları arasında bir ilişki olduğu, glikoz ve fruktozun GO ve MGO seviyeleri arasında sakkarozdan daha yüksek bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Amrein vd., 2006). Ancak bu çalışmada gerek indirgen şekerler ile gerek disakkarit yapıda olan sakkaroz ile anlamlı doğrudan ya da ters bir ilişki olduğunu söylemek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

5.4 AGE İnhibitörleri

Uluslararası Fındık ve Kurutulmuş Meyve Konseyi (INC) 2018-2019 raporunda, seçilen yağlı tohumlar ve kurutulmuş meyve tüketiminin yaklaşık 4,5 ve 3,3 milyon ton olduğu ve Türkiye için kurutulmuş meyve tüketiminin en yüksek orana sahip ülkelerden biri olduğu belirtilmiştir (INC, 2019).

Kuru meyveler farklı miktarda ve özellikte fenolik bileşenlere sahiptir. Bazı kuru meyvelerin antioksidan bakımından zengin kaynak olması içerdiği polifenollerle ilişkilendirilir ve oksidatif stresin azalmasına destek olur (Wu & Yen, 2005). Örneğin kuru üzümde yüksek miktarda flavonol, quercetin, kaempferol ve fenolik asit bulunur (Omolola, Jideani & Kapila, 2017). Bir çalışmada kırmızı kuş üzümü özünün yüksek miktarda antosiyanin içerdiği ve AGE oluşumunu belirli seviyede engellediği açıklanmıştır (Chen vd., 2014). Resveratrolün ise AGE oluşumunu azalttığı in vitro ve in vivo çalışmalarla belgelenmiştir (Cheng vd., 2015). Yusufoglu vd. (2020) proantosiyanidin içeren gıdaların, resveratrol içerenlere göre MGO seviyesini düşürmede daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Karataş (2014) ise meyvelerdeki karotenoid içeriğinin, meyvenin çeşidi, yetiştiği çevre koşulları, büyüme evresi gibi birden fazla etkene bağlı olduğunu belirterek taze kayısının β -karoten seviyesinin 96,40 – 232,48 mg/100g kuru ağırlık arasında olduğunu tespit etmiştir. β -karoten içeriğindeki değişimin dondurarak kurutma yönteminde en az olduğunu tespit etmiştir. Tablo 5.1’de Türkomp ve USDA verilerine göre kuru kayısılardaki β -karoten miktarının taze kayısıdan daha fazla olduğu görülmektedir.

A, B₁, B₆, C, E ve polifenoller gibi mikro besin öğeleri, düşük seviyedeki AGE ile ilişkili bulunmuştur (Nowotny vd., 2015). Peng vd. (2010) yaptığı çalışmada kateşinlerin ve proantosiyanidinlerin ekmekteki MGO, GO düzeylerini azalttığı açıklanmıştır. Tablo 5.1’de Türkomp ve USDA verilerine göre kuru kayısılardaki A vitamini miktarının taze kayısıdan daha fazla olduğu görülmektedir.

Kayısılarda, kuarcetin 3-rutinoside’nin en yüksek miktarda bulunan polifenol olduğu belirtilerek ferulik asit, kaffeik asit, p-kumarik asit, kateşin, epikateşinin de diğer polifenoller olduğu açıklanmıştır (Verica Dragovic-Uzelac vd., 2005). Literatürde

kayısılardaki fenolik bileşiklerin, meyvenin belirli proseslerden geçirilmesi ile azaldığı belirtilmiştir (Kan, 2009; Verica Dragovic-Uzelac vd., 2005).

Vardi vd. (2008) kayısıların polifenol içeriklerini karşılaştırdıklarında organik şekilde yetiştirilen kayısıların geleneksel biçimde yetiştirilen kayılardan daha fazla miktarda polifenole sahip olduğu rapor edilmiştir.

Bir çalışmada geleneksel ve organik kayısıları farklı miktarlarda kükürtleyerek ve kurutarak fenolik bileşenlere etkisi incelenmiştir. Fenolik bileşik miktarının yüksekten düşük oranına göre sıralaması gün kurusu, düşük kükürtlü, yüksek kükürtlü olarak belirtilmiştir. Aynı çalışmada kuarcetin 3-rutinoside'nin polifenoller içerisinde en yüksek değere sahip olduğu söylenmiştir. Ayrıca taze kayılara bakıldığında en yüksek ve en düşük kateşin miktarı sırası ile Zerdali ve Hasanbey'de tespit edilmiştir. Farklı kayısı çeşitleri farklı oranlarda kükürtlemeden etkilenmiştir. Örneğin Zerdali çeşidinde kafeik asit, klorogenik asit, p-kumarik asit miktarı belirlenememiş olup kükürtleme yönteminden de en çok etkilenen kayısı çeşidi olmuştur (Kan, 2009).

Kayısılardaki kükürtleme yönteminin polifenollere etkisi incelendiğinde, kükürtleme yapılırken kükürt dioksit molekülünün oksijen molekülü ile reaksiyona girmesi sonucu SO₃. ve SO₅. radikalleri oluşur. Meyvelerdeki polifenoller bu radikaller ile etkileşerek okside olur ve oksidasyon ürünleri meydana gelir (Danilewicz, 2007). Bu görüş ile meyvelerin kükürtlenmesi ile polifenol içeriğindeki azalma meydana geldiği söylenir (Kan, 2009). Bu verilere göre kükürtlenen kayılardaki AGE içeriğinin, gün kurusu kayılardan daha yüksek olması içerdikleri polifenoller ile ilişkilendirilebilir.

5.5 Kükürtleme – Depolama

AGE öncülleri GO ve MGO, pişirme ve uzun süreli saklama koşullarında ortaya çıkabilir (Sharma ve diğerleri, 2015). İşleme sıcaklığındaki artış glikasyon derecesini hızlandır (Uribarri vd., 2010). Karamelizasyon 120 °C 'de şekerler arasında, MR 50 °C üzerinde indirgen şeker ve protein arasında başlatılır. Uygulanan sıcaklığın 100°C 'den 120 °C'ye çıkarılması MGO oluşumunu iki kat artmasına sebep olur (Nedvidek vd., 1992). Yüksek sıcaklıkta işlem görmüş ve düşük nemli gıdalarda AGE oluşumunun arttığı ile alakalı tutarlı raporlar bulunmaktadır (Goldberg vd., 2004; Uribarri vd., 2010). Pişirme sıcaklığının artırılması aynı gıda maddesinde CML miktarını 200 kat artırır. Çalışmalarda, CML ve MGO arasında anlamlı bir ilişki

olduğu rapor edilmiştir. CML düzeyi gıdalarda diyet AGE düzeylerinin miktarını belirlemek için kullanılır (Sharma vd., 2015).

Kılınç (2010), farklı şekillerde k k rtledikleri kayısıları ambalajlayarak ve ambalajlamadan 5 C ve 13 C’de depolayarak nem miktarlarını incelemiştir. 5 C’de ambalajlanmadan depolanan kuru kayısılarda, kabul edilen maksimum değerden daha fazla nem olduğu belirtilmiştir. Nem oranları depolama öncesi belirlenen kayısıların 10 aylık depolama sonunda %30-40 arasında azalma olduğu kaydedilmiştir. Başka bir çalışmada ise 5 C, 20 C ve 30 C’de saklanan kuru kayısılarda nemin sırasıyla %2.19, %8.74 ve %22.67 oranında azaldığı açıklanmıştır (Sağırlı vd., 2008).

Coşkun (2010), sıcaklık farkları dikkate alındığında en fazla nem kaybının $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ çözeltisinde kükürtlenmiş kayısılarda olduğunu açıklanmıştır. Ancak farklı kükürtleme yöntemleri ile nem kayıpları arasında istikrarlı bir ilişki tespit edilmemiştir. Depolama sürecinde sıcaklık artışı esmerleşmeyi de arttırır. Farklı kükürtleme yöntemleri uygulansa da 12 ay depolama sonunda kükürt kayıpları meydana gelir ve 30 C’de olması gereken miktardan daha fazla esmerleşme meydana gelir.

Düşük nem oranına sahip, yüksek sıcaklıkta işlem görmüş gıdalarda AGE oranının artması kayısılardaki GO, MGO sonuçlarının kendi aralarındaki tutarsızlığın sebebi olduğu düşünülebilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kuru kayısı ihracatında Dünya üzerinde zirvede yer alan ülkemiz, kayısı üretiminde de en önemli noktada yer alır. Ekonomik olarak ülkemiz için gelir kaynağı olan kayısıların besin içeriği bakımından da çok zengin olduğu görülür.

İnsan sağlığını etkileyerek metabolizmanın bozulmasına sebep olan AGE'lerin ise meyve ve sebzelerde araştırma alanının kısıtlı olduğu görülmüştür. Çalışmamızda gün kurusu ve kükürtlü kuru kayısıların 27 farklı yerden alınarak analiz edilmesiyle Türkiye'de yetişen farklı çeşit kayısılarına ulaşmak amaçlanmıştır.

Literatürde AGE oluşumu araştırmalarında, üzerinde en çok çalışılan konu MR olmuştur. Ayrıca lipid peroksidasyonu üzerinde de bazı çalışmalar yapılmıştır. Çalışmamızda kuru kayısı besin içerikleri ve AGE mekanizmalarına araştırılarak aralarındaki ilişki incelenmiştir.

MR, şeker ve proteinlerin enzimatik olmayan bir tepkimesi ile oluşur. Kuru kayısılarda gram başına düşen protein miktarı taze kayısıya göre daha fazla olduğundan ve kuru kayısılardaki şeker miktarı da yüksek olduğundan, GO ve MGO oluşumu MR'na atfedilir.

Karamelizasyon, kayısıdaki şekerlerin enzimatik olmayan etkileşimi ile 120°C'de gerçekleşir. Kayısılar şeker içeriği bakımından zengin besinler arasındadır. Kayısıların kurutma ve kükürtleme işlemi esnasında yüksek derecede sıcaklıklara maruz kaldığı bildirilmiştir. Kükürtleme işleminde eğer işlemin aşamalarına yeterli şekilde dikkat edilmezse kayısılar, olması gerekenden fazla ısı alarak GO ve MGO oluşuma sebep olabilir. Örneğin; kasalara üst üste şekilde eklenerek kükürtlenen kayısılarda işlem tekrarlanır ve kükürt ocağı kükürtleme odasında ise daha yüksek bir sıcaklığa maruz kalır. Bu işlem de kükürtlü kuru kayısıların MGO artışı ile ilişkilendirilebilir. Bu yüzden kükürtleme işlemi yapılırken prosedüre uygun şekilde hareket edilmesi gerekir.

Kayısıların kurutma ve depolama işlemleri sürecinde nem oranına dikkat edilmemesi, kurutma yöntemi ve depolama süreci de GO ve MGO oluşumunu etkileyen sebepler arasında gösterilebilir.

Bu çalışmada, gün kurusu ve kükürtlü kuru kayısılarda glikoz, fruktoz ve sakkaroz miktarları analiz edilmiştir. Gün kurusu kayısı içeriğinde analiz edilen her bir şeker miktarının Türkkomp'ta belirtilen maksimum değerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Kükürtlü kayısı içeriğinde, analiz edilen fruktoz ve glikoz miktarının Türkkomp'ta belirtilen değerden daha yüksek olduğu ancak maksimum değerin altında da sonuçlar olduğu görülmüştür. Ancak sakkaroz miktarının Türkkomp'taki minimum olarak belirtilen sonuçla çok yakın olduğu söylenebilir. Ayrıca literatürde, şeker içerikleri konusunda, kurak alan, yüksek arazi ve gen yapısının etkili olduğu belirtilir. Bu yüzden şeker içeriklerinin birbirinden farklı olması beklenir.

Gün kurusu kayısıların glikoz değerlerine göre sıralama 8 numaralı örnek > 6 numaralı örnek > 2 numaralı örnek olurken, sakkaroz değerlerine göre sıralama 6 numaralı örnek > 8 numaralı örnek > 2 numaralı örnek, MGO ve Toplam AGE'ye göre sıralama 2 numaralı örnek > 8 numaralı örnek > 6 numaralı örnek'dir. Sakkaroz miktarına göre sıralandığında 19 numaralı örnek < 21 numaralı örnek < 16 numaralı örnek olurken MGO ve toplam AGE miktarlarına bakıldığında 19 numaralı örnek > 21 numaralı örnek > 16 numaralı örnek'dir.

Kükürtlü kuru kayısı glikoz değerlerine göre örneklerimizin sıralaması, 14 > 16 > 13 olurken, sakkaroz değerlerine göre sıralama 16 > 13 > 14, fruktoz değerlerine göre sıralama 16 > 13 > 14, MGO ve Toplam AGE'ye göre sıralama 16 > 13 > 14'tür. Sakkaroz miktarına göre örnekler sıralandığında, 2 < 26 < 17 olurken, MGO miktarlarına göre 2 > 26 > 17, toplam AGE miktarına bakıldığında ise 26 > 2 > 17'dir.

Kayıslar polifenol ve beta-karoten gibi antioksidan özelliği taşıyan mikrobeyinler bakımından zengin olduğundan, çeşitli kayıslarda içerdikleri orana göre AGE azaltıcı etkileri vardır. Aynı şekilde içerdikleri A vitamini miktarı da AGE oranını etkileyebilir.

KAYNAKÇA

- Aksoy, M. (2007). *Ansiklopedik Beslenme, Diyet ve Gıda Sözlüğü*, (1.bs). Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.
- Allaman, I., Bélanger, M., & Magistretti, P. J. (2015). Methylglyoxal, the dark side of glycolysis. *Frontiers in neuroscience*, 9, 23. <https://doi.org/10.3389/fnins.2015.00023>
- Amoroso, A., Maga, G., & Daglia, M. (2013). Cytotoxicity of α -dicarbonyl compounds submitted to in vitro simulated digestion process. *Food chemistry*, 140(4), 654-659.
- Amrein, T. M., Andres, L., Manzardo, G. G., & Amado, R. (2006). Investigations on the promoting effect of ammonium hydrogencarbonate on the formation of acrylamide in model systems. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(26), 10253–10261. <https://doi.org/10.1021/jf0625860>
- Arribas-Lorenzo, G., & Morales, F. J. (2010). Analysis, distribution, and dietary exposure of glyoxal and methylglyoxal in cookies and their relationship with other heat-induced contaminants. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(5), 2966-2972.
- Asma, B. M. (2000). *Kayıt Yetiştiriciliği*. Malatya: Evin Ofset Matbaası.
- Baysal, A. (2014). *Beslenme*, (15.bs). Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.
- Bellier, J., Nokin, M.-J., Lardé, E., Karoyan, P., Peulen, O., Castronovo, V., & Bellahcène, A. (2019). Methylglyoxal, a potent inducer of AGEs, connects between diabetes and cancer. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 148, 200-211. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2019.01.002>
- BeMiller, J. N. (2018). *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists*. Elsevier.

- Berg, T. J., Snorgaard, O., Faber, J., Torjesen, P. A., Hildebrandt, P., Mehlsen, J., & Hanssen, K. F. (1999). Serum levels of advanced glycation end products are associated with left ventricular diastolic function in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care*, 22(7), 1186-1190.
<https://doi.org/10.2337/diacare.22.7.1186>
- Bharate, S. S., & Bharate, S. B. (2014). Non-enzymatic browning in citrus juice: Chemical markers, their detection and ways to improve product quality. *Journal of Food Science and Technology*, 51(10), 2271-2288.
<https://doi.org/10.1007/s13197-012-0718-8>
- Bostan, S. Z., & İslam, A. (1998). Kayısıda Bir ve İki Yaşlı Çöğür Anaçlarının Fidan Gelişimine Olan Etkileri. *Tübitak*, 22, 291-293.
- Byun, K., Yoo, Y., Son, M., Lee, J., Jeong, G. B., Park, Y. M., ... & Lee, B. (2017). Advanced glycation end-products produced systemically and by macrophages: A common contributor to inflammation and degenerative diseases. *Pharmacology & therapeutics*, 177, 44-55.
- Cai, W., Gao, Q.-D., Zhu, L., Peppas, M., He, C., & Vlassara, H. (2002). Oxidative stress-inducing carbonyl compounds from common foods: Novel mediators of cellular dysfunction. *Molecular Medicine*, 8(7), 337-346.
- Caliskan, O., Bayazit, S., & Sumbul, A. (2012). Fruit Quality and Phytochemical Attributes of Some Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Cultivars as Affected by Genotypes and Seasons. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(2), 284. <https://doi.org/10.15835/nbha4028044>
- Chen, X. Y., Huang, I. M., Hwang, L. S., Ho, C. T., Li, S., & Lo, C. Y. (2014). Anthocyanins in blackcurrant effectively prevent the formation of advanced

glycation end products by trapping methylglyoxal. *Journal of functional foods*, 8, 259-268.

Chen, G., & Scott Smith, J. (2015). Determination of advanced glycation endproducts in cooked meat products. *Food Chemistry*, 168, 190-195.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.081>

Coşkun, A. L. (2010). *Farklı Kükürtleme Yöntemlerinin Ve Depolama Sıcaklıklarının Kuru Kayısların Fiziksel Ve Kimyasal Niteliklerine Etkisi*. [Doktora Tezi]. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Coşkun, A. L., Türkyılmaz, M., Aksu, Ö. T., Koç, B. E., Yemiş, O., & Özkan, M. (2013). Effects of various sulphuring methods and storage temperatures on the physical and chemical quality of dried apricots. *Food Chemistry*, 141(4), 3670-3680.

Çatak, J. (2020). Quantitative Analyses of Glyoxal and Methylglyoxal Compounds in FrenchFry Samples by HPLC Using 4-Nitro-1, 2-Phenlenediamine as A Derivatizing Reagent. *International Journal of Innovative Research and Reviews*, 4(1), 20-24.

Çimen, B. (2008). *Koroner Arter Hastalığı Olan Ve Olmayan Tip 2 Diabet Hastalarında İleri Glikasyon Son Ürünleri* [Uzmanlık Tezi]. İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Danilewicz, J. C. (2007). Interaction of Sulfur Dioxide, Polyphenols, and Oxygen in a Wine-Model System: Central Role of Iron and Copper. *American Journal of Enology and Viticulture*, 58(1), 53-60.

Dariya, B., & Nagaraju, G. P. (2020). Advanced glycation end products in diabetes, cancer and phytochemical therapy. *Drug Discovery Today*, 25(9), 1614-1623.
<https://doi.org/10.1016/j.drudis.2020.07.003>

- Davidson, P. M., Taylor, T. M., & David, J. R. (Eds.). (2020). *Antimicrobials in food*. CRC press.
- Degen, J., Hellwig, M., & Henle, T. (2012). 1,2-Dicarbonyl Compounds in Commonly Consumed Foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(28), 7071-7079. <https://doi.org/10.1021/jf301306g>
- Demiray, E., & Tülek, Y. (2010). Donmuş Muhafaza Sırasında Meyve ve Sebzelerde Oluşan Kalite Değişimleri. *Akademik Gıda*, 8(2), 36-44.
- Demirci M. (2014). *Beslenme*, (7.bs). Tekirdağ : Gıda Teknolojisi Derneği.
- Demirci M. (2016). *Gıda Kimyası*, (1.bs). Tekirdağ: Gıda Teknolojisi Derneği.
- Devereux, S., Béné, C., & Hoddinott, J. (2020). Conceptualising COVID-19's impacts on household food security. *Food Security*, 12(4), 769-772. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01085-0>
- Dyer, D. G., Dunn, J. A., Thorpe, S. R., Bailie, K. E., Lyons, T. J., McCance, D. R., & Baynes, J. W. (1993). Accumulation of Maillard reaction products in skin collagen in diabetes and aging. *The Journal of clinical investigation*, 91(6), 2463–2469. <https://doi.org/10.1172/JCI116481>
- Fan, X., Zhao, H., Wang, X., Cao, J., & Jiang, W. (2017). Sugar and organic acid composition of apricot and their contribution to sensory quality and consumer satisfaction. *Scientia Horticulturae*, 225, 553-560. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.07.016>
- Ferreira, A. E. N., Ponces Freire, A. M. J., & Voit, E. O. (2003). A quantitative model of the generation of N(epsilon)-(carboxymethyl)lysine in the Maillard reaction between collagen and glucose. *The Biochemical Journal*, 376(Pt 1), 109-121. <https://doi.org/10.1042/BJ20030496>

- Fishman, S. L., Sonmez, H., Basman, C., Singh, V., & Poretsky, L. (2018). The role of advanced glycation end-products in the development of coronary artery disease in patients with and without diabetes mellitus: A review. *Molecular Medicine*, 24(1), 59. <https://doi.org/10.1186/s10020-018-0060-3>
- Gensberger, S., Mittelmaier, S., Glomb, M. A., & Pischetsrieder, M. (2012). Identification and quantification of six major α -dicarbonyl process contaminants in high-fructose corn syrup. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 403(10), 2923-2931.
- Glomb, M. A., & Monnier, V. M. (1995). Mechanism of protein modification by glyoxal and glycolaldehyde, reactive intermediates of the Maillard reaction. *The Journal of Biological Chemistry*, 270(17), 10017-10026. <https://doi.org/10.1074/jbc.270.17.10017>
- Goldberg, T., Cai, W., Peppas, M., Dardaine, V., Baliga, B. S., Uribarri, J., & Vlassara, H. (2004). Advanced glycoxidation end products in commonly consumed foods. *Journal of the American Dietetic Association*, 104(8), 1287-1291. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2004.05.214>
- Gómez-Ojeda, A., Jaramillo-Ortíz, S., Wrobel, K., Wrobel, K., Barbosa-Sabanero, G., Luevano-Contreras, C., de la Maza, M. P., Uribarri, J., del Castillo, Ma. D., & Garay-Sevilla, Ma. E. (2018). Comparative evaluation of three different ELISA assays and HPLC-ESI-ITMS/MS for the analysis of N ϵ -carboxymethyl lysine in food samples. *Food Chemistry*, 243, 11-18. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.098>
- Gökçe, K. (1973). *Kayısların Kükürtlenmeleri ve Kurutulmaları*. Tarım Bakanlığı Ziraat İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları. https://kutuphane.tarimorman.gov.tr/pdf_goster?file=f7a8ff165930609774c46968b5890204&search=%22Tar%C4%B1m+Bakanl%C4%B1%C4%9F%C4

%B1+Ziraat+%C4%B0%C5%9Fleri+Genel+M%C3%BCd%C3%BCrl%C3
%BC%C4%9F%C3%BC+Yay%C4%B1nlar%C4%B1%3A+D+-
+156%22#book/5

Gülsoy, E., Türkhan, A., & Kaya, E. (2019). *Kimyasal ve elle meyve seyreltme uygulamalarının bazı elma çeşitlerinde polifenol oksidaz aktivitesi üzerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(2), 211-217.
<https://doi.org/10.29050/harranziraat.474985>

Güneş, F. E. (2014). Süfitler ve Gıda Katkı Maddesi Olarak Kullanılması. *Akademik Gıda*, 12(2), 114-119.

Gürbüzer, A. (2008). *Türkiye’de Yaş Meyve Ve Sebze Üretimi, İhracatı, Karşılaşılan Sorunlar Ve Çözüm Önerileri* [Yüksek Lisans Tezi]. Selçuk Üniversitesi, Konya.

Haciseferoğulları, H., Gezer, İ., Özcan, M. M., & MuratAsma, B. (2007). Post-harvest chemical and physical–mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 79(1), 364-373.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.02.003>

Hollnagel, A., & Kroh, L. W. (1998). Formation of α -dicarbonyl fragments from mono- and disaccharides under caramelization and Maillard reaction conditions. *Zeitschrift Für Lebensmitteluntersuchung Und -Forschung A*, 207(1), 50-54. <https://doi.org/10.1007/s002170050294>

Hull, G. L. J., Woodside, J. V., Ames, J. M., & Cuskelly, G. J. (2012). Nε-(carboxymethyl)lysine content of foods commonly consumed in a Western style diet. *Food Chemistry*, 131(1), 170-174.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.08.055>

- Humans, I. W. G. on the E. of C. R. to. (1991). METHYLGLYOXAL. İçinde *Coffee, Tea, Mate, Methylxanthines and Methylglyoxal*. International Agency for Research on Cancer. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507015/>
- Hwang, I. G., Kim, H. Y., Woo, K. S., Lee, J., & Jeong, H. S. (2011). Biological activities of Maillard reaction products (MRPs) in a sugar–amino acid model system. *Food Chemistry*, 126(1), 221-227. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.103>
- INC, 2019. International Nut and Dried Fruit Council (INC). *Nuts and dried fruits, statistical yearbook 2018/2019*. Reus, Spain: International Nut and Dried Fruit Council.
- Işıklar, H., & Yılmaz, H. Ö. (2020). A Vitamini Yetersizliği Hastalıkları ve Önlenmesinde Beslenme Yaklaşımları. *Türkiye Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 45-53.
- Jiang, G. R., Zhu, Q., Zhang, L. R., & Jiang, B. (2007). Establishment of An Analyzing Approach for Advanced Glycation End Products Formed in Vitro by Flow Injection Assay [J]. *Anti-Infection Pharmacy*, 2.
- Kan, T. (2009). *KAYISIDA (Prunus armeniaca L.) Kükürtleme Uygulamasının Bazı Antioksidant Madde İçerikleri Üzerine Etkileri* [Doktora Tezi]. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Kara, N., Demirtaş, M. N., Öztürk, K., Yiğit, T., Çolak, S., & Şahin, S. (2012). *Kayısı Yetiştiriciliği*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Eğitim, Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı. https://kutuphane.tarimorman.gov.tr/pdf_goster?file=62141f5eae6a509c86f68a4a4400b1f7#book/82

- Karataş, N. (2014). *Farklı Kurutma Yöntemlerinin Bazı Kayısı Çeşitlerinin Kimyasal Ve Fiziksel Özelliklerine Etkisi* [Doktora Tezi]. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Keaney, J. F., Larson, M. G., Vasan, R. S., Wilson, P. W. F., Lipinska, I., Corey, D., Massaro, J. M., Sutherland, P., Vita, J. A., & Benjamin, E. J. (2003). Obesity and Systemic Oxidative Stress. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 23(3), 434-439.
<https://doi.org/10.1161/01.ATV.0000058402.34138.11>
- Khajavi, S. H., Kimura, Y., Oomori, T., Matsuno, R., & Adachi, S. (2005). Kinetics on sucrose decomposition in subcritical water. *LWT-Food Science and Technology*, 38(3), 297-302. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.06.005>
- Kılınç, B. (2010). *Kuru kayısıların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine depo koşullarının etkileri* [Yüksek Lisans Tezi]. İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Kırca, A., & Cemeroğlu, B. (2001). Askorbik Asidin Degradasyon Mekanizması, *Gıda* 26(4), 233-242.
- Kilhovd, B. K., Berg, T. J., Birkeland, K. I., Thorsby, P., & Hanssen, K. F. (1999). Serum levels of advanced glycation end products are increased in patients with type 2 diabetes and coronary heart disease. *Diabetes Care*, 22(9), 1543-1548.
<https://doi.org/10.2337/diacare.22.9.1543>
- Kroh, L. W. (1994). Caramelisation in food and beverages. *Food chemistry*, 51(4), 373-379.
- Kuntz, S., Rudloff, S., Ehl, J., Bretzel, R. G., & Kunz, C. (2009). Food derived carbonyl compounds affect basal and stimulated secretion of interleukin-6 and -8 in Caco-2 cells. *European Journal of Nutrition*, 48(8), 499-503.
<https://doi.org/10.1007/s00394-009-0035-9>

- Lange, J. N., Wood, K. D., Knight, J., Assimos, D. G., & Holmes, R. P. (2012). Glyoxal Formation and Its Role in Endogenous Oxalate Synthesis. *Advances in Urology*, 2012, 819202. <https://doi.org/10.1155/2012/819202>
- Liman, P. B., Agustina, R., Djuwita, R., Umar, J., Permadhi, I., Helmizar, Hidayat, A., Feskens, E., & Abdullah, M. (2019). Dietary and Plasma Carboxymethyl Lysine and Tumor Necrosis Factor- α as Mediators of Body Mass Index and Waist Circumference among Women in Indonesia. *Nutrients*, 11(12), 3057. <https://doi.org/10.3390/nu11123057>
- Luevano-Contreras, C., & Chapman-Novakofski, K. (2010). Dietary Advanced Glycation End Products and Aging. *Nutrients*, 2(12), 1247-1265. <https://doi.org/10.3390/nu2121247>
- Mahar, K. P., Khuhawar, M. Y., Kazi, T. G., Abbasi, K., & Channer, A. H. (2010). Quantitative analysis of glyoxal, methyl glyoxal and dimethyl glyoxal from foods, beverages and wines using HPLC and 4-nitro-1, 2-phenylenediamine as derivatizing reagent. *Asian Journal of Chemistry*, 22(9), 6983.
- Manini, P., La Pietra, P., Panzella, L., Napolitano, A., & d'Ischia, M. (2006). Glyoxal formation by Fenton-induced degradation of carbohydrates and related compounds. *Carbohydrate Research*, 341(11), 1828-1833. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2006.03.027>
- Martinez, M. V., & Whitaker, J. R. (1995). The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends in Food Science & Technology*, 6(6), 195-200. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(00\)89054-8](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(00)89054-8)
- Martins, S. I. F. S., Jongen, W. M. F., & van Boekel, M. A. J. S. (2000). A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends in Food Science & Technology*, 11(9-10), 364-373. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00022-X](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00022-X)

- Mergenthaler, P., Lindauer, U., Dienel, G. A., & Meisel, A. (2013). Sugar for the brain: The role of glucose in physiological and pathological brain function. *Trends in Neurosciences*, 36(10), 587-597. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2013.07.001>
- Milkovska-Stamenova, S., Schmidt, R., Frolov, A., & Birkemeyer, C. (2015). GC-MS method for the quantitation of carbohydrate intermediates in glycation systems. *Journal of agricultural and food chemistry*, 63(25), 5911-5919.
- Moraru, A., Wiederstein, J., Pfaff, D., Fleming, T., Miller, A. K., Nawroth, P., & Teleman, A. A. (2018). Elevated Levels of the Reactive Metabolite Methylglyoxal Recapitulate Progression of Type 2 Diabetes. *Cell Metabolism*, 27(4), 926-934.e8. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.02.003>
- Mutlu, N. G. (2013). *Kayısının çözelti ortamında kükürtlenmesi sırasında kükürt düzeyine bağlı olarak vitamin değerlerindeki değişimin belirlenmesi / Apricot sulfur levels as a function of solution environment during sulfurization determination of changes in values of various vitamins* [Yüksek Lisans Tezi], Fırat Üniversitesi , Elazığ.
- Naryal, A., Acharya, S., Bhardwaj, A. K., Kant, A., Chaurasia, O. P., & Stobdan, T. (2019). Altitudinal effect on sugar contents and sugar profiles in dried apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit. *Journal of Food Composition and Analysis*, 76, 27-32.
- Nemet, I., & Varga-Defterdarović, L. (2007). Methylglyoxal-derived beta-carbolines formed from tryptophan and its derivatives in the Maillard reaction. *Amino Acids*, 32(2), 291-293. <https://doi.org/10.1007/s00726-006-0337-7>
- Nedvidek, W., Ledl, F., & Fischer, P. (1992). Detection of 5-hydroxymethyl-2-methyl-3 (2H)-furanone and of α -dicarbonyl compounds in reaction mixtures of hexoses and pentoses with different amines. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 194(3), 222-228.

- Nkhata, S. G., Chilungo, S., Memba, A., & Mponela, P. (2020). Biofortification of maize and sweetpotatoes with provitamin A carotenoids and implication on eradicating vitamin A deficiency in developing countries. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2, 100068. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100068>
- Nomi, Y., Annaka, H., Sato, S., Ueta, E., Ohkura, T., Yamamoto, K., ... & Otsuka, Y. (2016). Simultaneous quantitation of advanced glycation end products in soy sauce and beer by liquid chromatography-tandem mass spectrometry without ion-pair reagents and derivatization. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(44), 8397-8405.
- Nooshkam, M., Varidi, M., & Bashash, M. (2019). The Maillard reaction products as food-born antioxidant and antibrowning agents in model and real food systems. *Food Chemistry*, 275, 644-660. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.083>
- Nooshkam, M., Varidi, M., & Verma, D. K. (2020). Functional and biological properties of Maillard conjugates and their potential application in medical and food: A review. *Food Research International*, 131, 109003. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109003>
- Nowotny, K., Jung, T., Höhn, A., Weber, D., & Grune, T. (2015). Advanced glycation end products and oxidative stress in type 2 diabetes mellitus. *Biomolecules*, 5(1), 194-222. <https://doi.org/10.3390/biom5010194>
- Nowotny, K., Schröter, D., Schreiner, M., & Grune, T. (2018). Dietary advanced glycation end products and their relevance for human health. *Ageing Research Reviews*, 47, 55-66. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2018.06.005>

- Omolola, A. O., Jideani, A. I., & Kapila, P. F. (2017). Quality properties of fruits as affected by drying operation. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(1), 95-108.
- Ott, C., Jacobs, K., Haucke, E., Navarrete Santos, A., Grune, T., & Simm, A. (2014). Role of advanced glycation end products in cellular signaling. *Redox Biology*, 2, 411-429. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2013.12.016>
- Örs, B. (2019). *Sağlıklı Ve Cazip Kuru Kayısı Üretimine Yönelik Yeni Bir Teknik: İndirgen Atmosferik Kurutma* [Yüksek Lisans Tezi]. Iğdır Üniversitesi, Iğdır.
- Özkan, M. (2001). *Kuru kayısılardan kükürt dioksitin uzaklaştırılma yöntemleri üzerinde araştırma* [Doktora Tezi], Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Papetti, A., Mascherpa, D., & Gazzani, G. (2014). Free α -dicarbonyl compounds in coffee, barley coffee and soy sauce and effects of in vitro digestion. *Food Chemistry*, 164, 259–265. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.022>
- Pekcan, E. G., Şanlıer, N., Baş, M., Başoğlu, S., & Acar Tek, N. (2016). Türkiye Beslenme Rehberi 2015 (TÜBER). *Ankara: Sağlık Bakanlığı*
- Peng, X., Ma, J., Cheng, K. W., Jiang, Y., Chen, F., & Wang, M. (2010). The effects of grape seed extract fortification on the antioxidant activity and quality attributes of bread. *Food Chemistry*, 119(1), 49-53.
- Perrone, A., Giovino, A., Benny, J., & Martinelli, F. (2020). Advanced Glycation End Products (AGEs): Biochemistry, Signaling, Analytical Methods, and Epigenetic Effects. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020, 3818196. <https://doi.org/10.1155/2020/3818196>
- Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J., & Bisonnette, C. (2015). *Genel Kimya* (Uyar T, Aksoy S, İnam R, Çev.). Ankara: Palme Yayıncılık.

- Portero-otín, M., Pamplona, R., Bellmunt, M. J., Bergua, M., Nagaraj, R. H., & Prat, J. (1996). Urinary pyrroline as a biochemical marker of non-oxidative maillard reactions in vivo. *Life Sciences*, 60(4), 279-287. [https://doi.org/10.1016/S0024-3205\(96\)00628-5](https://doi.org/10.1016/S0024-3205(96)00628-5)
- Poulsen, M. W., Hedegaard, R. V., Andersen, J. M., de Courten, B., Bügel, S., Nielsen, J., Skibsted, L. H., & Dragsted, L. O. (2013). Advanced glycation endproducts in food and their effects on health. *Food and Chemical Toxicology*, 60, 10-37. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.06.052>
- Rekencire, N. de, Peila, R., Ding, J., Colbert, L. H., Visser, M., Shorr, R. I., Kritchevsky, S. B., Kuller, L. H., Strotmeyer, E. S., Schwartz, A. V., Vellas, B., & Harris, T. B. (2006). Diabetes, Hyperglycemia, and Inflammation in Older Individuals: The Health, Aging and Body Composition study. *Diabetes Care*, 29(8), 1902-1908. <https://doi.org/10.2337/dc05-2327>
- Sağırlı, F., Tağı, Ş., Özkan, M., & Yemiş, O. (2008). Chemical and microbial stability of high moisture dried apricots during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(5), 858-869.
- Salur-Can, A., Türkyılmaz, M., & Özkan, M. (2017). Effects of sulfur dioxide concentration on organic acids and β -carotene in dried apricots during storage. *Food Chemistry*, 221, 412-421. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.081>
- Scheijen, J. L. J. M., Clevers, E., Engelen, L., Dagnelie, P. C., Brouns, F., Stehouwer, C. D. A., & Schalkwijk, C. G. (2016). Analysis of advanced glycation endproducts in selected food items by ultra-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry: Presentation of a dietary AGE

- database. *Food Chemistry*, 190, 1145-1150.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.049>
- Semba, R. D., de Pee, S., Sun, K., Campbell, A. A., Bloem, M. W., & Raju, V. K. (2010). Low intake of vitamin A-rich foods among children, aged 12–35 months, in India: Association with malnutrition, anemia, and missed child survival interventions. *Nutrition*, 26(10), 958-962.
<https://doi.org/10.1016/j.nut.2009.08.010>
- Sharma, C., Kaur, A., Thind, S. S., Singh, B., & Raina, S. (2015). Advanced glycation End-products (AGEs): An emerging concern for processed food industries. *Journal of Food Science and Technology*, 52(12), 7561-7576.
<https://doi.org/10.1007/s13197-015-1851-y>
- Sırt, F. (1991). *Diyarbakır Yöresinde (Yerli ve Göçmen Olarak Yaşayan) Yetişkinlerin Tükettikleri A Vitamini ile Serum Vitamin Düzeyleri Arasındaki İlişki*. [Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. (2020). *TEPGE Tarım Ürünleri Piyasaları Kayısı*.Ankara
- Thornalley, P. J., Langborg, A., & Minhas, H. S. (1999). Formation of glyoxal, methylglyoxal and 3-deoxyglucosone in the glycation of proteins by glucose. *The Biochemical Journal*, 344 Pt 1, 109-116.
- Tinello, F., & Lante, A. (2018). Recent advances in controlling polyphenol oxidase activity of fruit and vegetable products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 50, 73-83
- Todorović, B , Petkovsek, M , Stampar, F , Ivancic, A . (2017). Phenolic compounds in floral infusions of various Sambucus species and their interspecific hybrids. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* , 41 (2) , 154-164.

Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, *T.C. Resmi Gazete*, 28693, 30 Haziran 2013.

TURKOMP. (2020). Turkish Food Composition Database, <http://www.turkomp.gov.tr/main>, Erişim tarihi 20.12.2020

Türkyilmaz, M. (2011). *Düşük Düzeylerde Kükürtlenmiş Kuru Kayısların Değişik Sıcaklıklarda Depolanması Sürecinde Fiziksel, Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Niteliklerindeki Değişmeler* [Doktora Tezi]. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Uğur, R., & Paydaş, S. (2018). Seleksiyonla Elde Edilen Klonal Anaç Adayı Bazı Yabani Erik Genotipleri Üzerine Aşıl原因 Kayısı Çeşitlerinin Büyüme Durumlarının Araştırılması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(1), 56-63.

Ulrich, P., & Cerami, A. (2001). Protein glycation, diabetes, and aging. *Recent Progress in Hormone Research*, 56, 1-21. <https://doi.org/10.1210/rp.56.1.1>

Uribarri, J., Cai, W., Peppas, M., Goodman, S., Ferrucci, L., Striker, G., & Vlassara, H. (2007). Circulating Glycotoxins and Dietary Advanced Glycation Endproducts: Two Links to Inflammatory Response, Oxidative Stress, and Aging. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 62(4), 427-433.

Uribarri, J., Woodruff, S., Goodman, S., Cai, W., Chen, X., Pyzik, R., Yong, A., Striker, G. E., & Vlassara, H. (2010). Advanced Glycation End Products in Foods and a Practical Guide to Their Reduction in the Diet. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(6), 911-916.e12. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2010.03.018>

USDA, (2020). <https://fdc.nal.usda.gov/index.html> [Online]. Erişim Tarihi: 20.12.2020

- Dragovic-Uzelac, V., Delonga, K., Levaj, B., Djakovic, S., & Pospisil, J. (2005). Phenolic profiles of raw apricots, pumpkins, and their purees in the evaluation of apricot nectar and jam authenticity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(12), 4836–4842. <https://doi.org/10.1021/jf040494>
- Vardi, N., Parlakpinar, H., Ozturk, F., Ates, B., Gul, M., Cetin, A., Erdogan, A., & Otlu, A. (2008). Potent protective effect of apricot and beta-carotene on methotrexate-induced intestinal oxidative damage in rats. *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 46(9), 3015–3022. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.05.039>
- Vistoli, G., De Maddis, D., Cipak, A., Zarkovic, N., Carini, M., & Aldini, G. (2013). Advanced glycoxidation and lipoxidation end products (AGEs and ALEs): an overview of their mechanisms of formation. *Free radical research*, 47 Suppl 1, 3–27. <https://doi.org/10.3109/10715762.2013.815348>
- Vlassara, H. (2001). The AGE-receptor in the pathogenesis of diabetic complications. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 17(6), 436-443. <https://doi.org/10.1002/dmrr.233>
- Vlassara, H., Cai, W., Crandall, J., Goldberg, T., Oberstein, R., Dardaine, V., Peppas, M., & Rayfield, E. J. (2002). Inflammatory mediators are induced by dietary glycotoxins, a major risk factor for diabetic angiopathy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(24), 15596-15601. <https://doi.org/10.1073/pnas.242407999>
- Vulesevic, B., McNeill, B., Giacco, F., Maeda, K., Blackburn, N. J. R., Brownlee, M., Milne, R. W., & Suuronen, E. J. (2016). Methylglyoxal-Induced Endothelial Cell Loss and Inflammation Contribute to the Development of Diabetic

- Cardiomyopathy. *Diabetes*, 65(6), 1699-1713. <https://doi.org/10.2337/db15-0568>
- Wadman, S. K., De Bree, P. K., Van Sprang, F. J., Kamerling, J. P., Haverkamp, J., & Vliegthart, J. F. (1975). N-Epsilon-(Carboxymethyl)Lysine, A Constituent Of Human Urine. *Clinica Chimica Acta; International Journal of Clinical Chemistry*, 59(3), 313-320. [https://doi.org/10.1016/0009-8981\(75\)90007-8](https://doi.org/10.1016/0009-8981(75)90007-8)
- Wang, S., Xu, H., Luan, H., & Cai, J. (2019). Brief introduction of food processing methods and chemical hazards formed during thermal processing. In *Chemical hazards in thermally-processed foods* (pp. 1-17). Springer, Singapore.
- Wang, X., Liu, J., Yang, Y., & Zhang, X. (2020). An update on the potential role of advanced glycation end products in glycolipid metabolism. *Life Sciences*, 245, 117344. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2020.117344>
- WHO, & FAO. (2010). *Joint Fao/Who Food Standards Programme Codex Committee On Food Additives*. 43. http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCFA/ccfa43/fa43_inf2e.pdf
- Woo, K. S., Kim, H. Y., Hwang, I. G., Lee, S. H., & Jeong, H. S. (2015). Characteristics of the Thermal Degradation of Glucose and Maltose Solutions. *Preventive nutrition and food science*, 20(2), 102–109. <https://doi.org/10.3746/pnf.2015.20.2.102>
- Wu, C. H., & Yen, G. C. (2005). Inhibitory effect of naturally occurring flavonoids on the formation of advanced glycation endproducts. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(8), 3167–3173. <https://doi.org/10.1021/jf048550u>
- FAO, (2018). Food and Agriculture Organization of the United Nations [Online]. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. (Erişim Tarihi: 25 Aralık 2020)

Yin, H., & Porter, N. A. (2005). New insights regarding the autoxidation of polyunsaturated fatty acids. *Antioxidants & redox signaling*, 7(1-2), 170–184.
<https://doi.org/10.1089/ars.2005.7.170>

Yusufoğlu, B., Yaman, M., & Karakuş, E. (2020). Determination of the most potent precursors of advanced glycation end products in some high-sugar containing traditional foods using high-performance liquid chromatography. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(9), e14708.

Zhang, H., Troise, A. D., Zhang, H., & Fogliano, V. (2021). Cocoa melanoidins reduce the formation of dietary advanced glycation end-products in dairy mimicking system. *Food Chemistry*, 345, 128827.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128827>