

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mesude GÜN

**FARKLI ÇEŞİTLERE AİT TURUNÇGİL SULARINDA
FARKLI ATMOSFER KOŞULLARININ BİYOAKTİF
BİLEŞENLER ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2019

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI ÇEŞİTLERE AİT TURUNÇGİL SULARINDA
FARKLI ATMOSFER KOŞULLARININ BİYOAKTİF
BİLEŞENLER ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Mesude GÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 22/ 11 / 2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

Doç.Dr.Asiye AKYILDIZ
DANIŞMAN

Prof.Dr.Hüseyin ERTEN
ÜYE

Prof.Dr.İbrahim A. HAYOĞLU
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FYL-2017-8434**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI ÇEŞİTLERE AİT TURUNÇGİL SULARINDA FARKLI ATMOSFER KOŞULLARININ BİYOAKTİF BİLEŞENLER ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Mesude GÜN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Doç. Dr. Asiye AKYILDIZ

Yıl: 2019 Sayfa: 216

Jüri : Doç. Dr. Asiye AKYILDIZ

: Prof. Dr. Hüseyin ERTEN

: Prof. Dr. İbrahim A. HAYOĞLU

Bu çalışmada, 3 farklı portakal çeşidi (Washington Navel, Valencia, Kozan Yerli) ve turunçta ekstraksiyon sonrası biyoaktif bileşenlerin (limonin, nomilin, hesperidin, neohesperidin, naringin, klorojenik asit, askorbik asit ve karotenoid) değişimleri üzerine farklı gaz atmosferleri (O_2 , CO_2 ve N_2) ve farklı bekletme sürelerinin (15, 30, 45 ve 60 dakika) etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, işlem öncesi ve sonrası biyoaktif bileşenlerde meydana gelen değişimler ortaya konulmuştur.

Çalışmanın sonucunda; çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde farklı atmosfer koşullarının pH, titrasyon asitliği, L^* , C , ve askorbik asit, klorojenik asit, naringin, neohesperidin, limonin, içerikleri üzerindeki etkisi önemsiz bulunurken; a^* , b^* ve Hue* ve ΔE değerleri ve toplam karotenoid, toplam fenolik madde, hesperidin, nomilin içeriği bakımından önemli bulunmuştur. N_2 gazının Washington Navel, Kozan Yerli ve turunçta toplam karotenoid içeriğinde, genelde tüm çeşitlerde toplam fenolik madde içeriğinde koruyucu etki gösterdiği belirlenmiştir. Askorbik asit içeriği en fazla CO_2 gazı koşullarında tutulan örneklerde olmuştur. Çeşit farkı gözetmeksizin uygulanan gazların ΔE değeri üzerinde en az değişimi yapan gazın N_2 olduğu tespit edilmiştir. Acılık bileşenleri olan naringin, limonin, nomilin ve neohesperidin en fazla Turunç örneklerinde bulunurken, en az Kozan Yerli çeşidinde bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Turunçgil suları, Washington Navel, Valencia, Kozan yerli, Turunç, farklı atmosfer gazları (O_2 , CO_2 , N_2), limonin, nomilin, fenolik bileşenler

ABSTRACT

MSc THESIS

DETERMINATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT ATMOSPHERE CONDITIONS ON BIOACTIVE COMPONENTS IN CITRUS JUICES OF DIFFERENT VARIETIES

Mesude GÜN

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

Supervisor : Assoc.Prof.Dr.Asiye AKYILDIZ
Year: 2019 Page: 216
Jury : Assoc Prof.Dr. Asiye AKYILDIZ
: Prof. Dr. Hüseyin ERTEN
: Prof. Dr. İbrahim A. HAYOĞLU

In this study, effects of various gas atmosphere (O₂, CO₂ and N₂) and holding times (15, 30, 45 and 60 minutes) on changing of bioactive compounds (limonin, nomilin, hesperidin, neohesperidin, naringin, chlorogenic acid, ascorbic acid and carotenoid) after extraction were investigated in 3 different orange varieties (Washington Navel, Valencia and Kozan Yerli) and Sour Orange. For that purpose, the changes on bioactive compounds before and after processing were revealed.

At the end of study, when all gas atmospheres were evaluated together, the effects of different atmospheric conditions on pH, titratable acidity, L *, C*, ascorbic acid, chlorogenic acid, naringin, neohesperidine, limonin contents were insignificant, whereas the effects of different atmospheric conditions on a*, b*, Hue*, ΔE values and total carotenoid, total phenolic, hesperidin, naringin contents were found significant. It was determined that N₂ gas had a protective effect on total carotenoid content of Washington Navel, Kozan Yerli, Sour Orange and total phenolic content of generally all citrus varieties. The highest content of ascorbic acid was detected at the samples under CO₂ gas. Regardless of the variation, it was found that the gas that made the least change on the ΔE value of the gases applied was N₂. of varieties, the least effective gas on ΔE values of the samples was N₂. The bitter constituents of naringin, limonin, nomilin and neohesperidin were found mostly in Turunç samples, while at least Kozan Yerli varieties were found.

Keywords: Citrus juice, Washington Navel, Valencia, Kozan yerli, Sour orange, various atmosphere gases (O₂, CO₂, N₂), limonin, nomilin, phenolic compounds

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bu çalışmada, 3 farklı portakal çeşidi (Washington Navel, Valencia, Kozan Yerli) ve turunçta ekstraksiyon sonrası biyoaktif bileşenlerin (limonin, nomilin, hesperidin, neohesperidin, naringin, klorojenik asit, askorbik asit ve karotenoid) değişimleri üzerine farklı gaz atmosferi ve farklı bekletme sürelerinin etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, O₂, CO₂ ve N₂ oluşturulan ortamlarda, turunçgil suları 15, 30, 45 ve 60 dakika muamele edilip, işlem öncesi ve sonrası biyoaktif bileşenlerde meydana gelen değişimler ortaya konulmuştur. Ayrıca örneklerde; turunçgillerin temel kalite özellikleri ile ilişkili olan pH, titrasyon asitliği, suda çözünür kuru madde ve renk değerleri belirlenmiştir. Böylece inört ve aktif gaz atmosferinde, farklı turunçgil sularının temel kalite özellikleri ve besin değerlerindeki değişimin yanı sıra acılıktan sorumlu ve tüketimlerini kısıtlayan bileşenlerin konsantrasyonundaki değişimlerde ortaya konulmuştur.

Çalışmanın sonunda elde edilen bulgulara göre,

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turunçgil sularında en yüksek pH değerleri Washington Navel çeşit portakal suyunda, titrasyon asitliği, limonin ve naringin içeriği Turunç suyunda, toplam karotenoid içeriği Kozan Yerli portakal suyunda, toplam fenolik madde, hesperidin, askorbik asit ve klorojenik asit içeriği Valencia çeşit portakal suyunda, neohesperidin içeriği önemli bir farkla Turunç suyunda, nomilin içerikleri Turunç ve Washington Navel portakal suyunda tespit edilmiştir.

Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde farklı atmosfer koşullarının pH, titrasyon asitliği, L* ve C* değerleri ve askorbik asit, klorojenik asit, naringin, neohesperidin, limonin, içerikleri üzerindeki etkisi önemsiz bulunurken; a*, b*, Hue* ve ΔE değerleri ve toplam karotenoid, toplam fenolik madde, hesperidin, nomilin içeriği bakımından önemli bulunmuştur.

N₂ gazının Washington Navel, Kozan Yerli ve turunçta toplam karotenoid içeriğinde, tüm çeşitlerde toplam fenolik madde içeriğinde koruyucu etki gösterdiği

belirlenmiştir. O₂ gazı koşullarında çeşitlerde en yüksek hesperidin ve nomilin içeriği tespit edilmiştir.

Turunçgil sularının en yüksek pH değerleri oksijen uygulanan örneklerde olurken en düşük CO₂ uygulanan örneklerde tespit edilmiştir. Askorbik asit içerikleri üzerinde Washington Navel'de N₂ gazı koruyucu görev üstlenirken Valencia, Kozan Yerli ve Turunç'ta CO₂ gazı daha koruyucu etkide bulunmuştur. Karotenoidlerin tüm çeşitler için en az CO₂ gazı ortamında korunduğu, Kozan Yerli, Washington Navel ve Turunç suyunda azot gazı ortamında korunduğu belirlenmiştir. Gaz ortamlarının farklılığı Valencia çeşidinin karotenoid içeriğinde önemli bir etkiye neden olmamıştır.

Toplam fenolik madde içeriğinin tüm çeşitlerde uygulama süresine bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Kozan Yerli ve Turunçta en fazla N₂ ortamında bulunurken, Washington Navel çeşidinde O₂ gaz ortamında, Valencia'da CO₂ ortamında bulunmuştur.

Tüm çeşitler için hesperidin içeriği bakımından gazlar arasındaki farklar önemli olup en fazla O₂ ortamında tutulan örneklerde bulunmuştur. Çeşitler ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise Valencia ve Turuncun hesperidin içeriklerinin O₂ ortamında daha fazla olduğu, Washington Navel çeşidinde ise N₂ gaz ortamında bulunduğu tespit edilmiştir. Neohesperidin içeriği üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisi Kozan Yerli ve Turunç suyunda O₂ ortamında daha yüksek, Washington Navel'de gazlar arasında fark önemsiz, Valencia'da ise CO₂ ve N₂ ortamında neohesperidin daha fazla bulunmuştur.

Limonin içeriği Washington Navel ve Valencia N₂ ortamında, Kozan Yerli'de O₂ ortamında daha fazla ve farklı bulunmuştur. Farklı gaz ortamları nomilin içeriği üzerinde farklılıklara sebep olmuş olup, en yüksek ve farklı olarak bulunan ortam O₂'dir. Washington Navel çeşidinde N₂ ortamında, Kozan Yerli ve Turunç çeşidinde O₂ ortamında daha fazla ve farklı bulunmuştur.

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turunçgil sularının renk değerlerindeki değişimler her bir renk özelliği için farklı olmuştur. En yüksek L* değerleri

Turunçta, en yüksek a^* değeri, b^* değeri ve C^* değeri Valencia eşidinde, en yüksek Hue* değeri ise Washington Navel eşidinde tespit edilmiştir. 0. dakikadaki kontrol rneği ile kıyaslanarak hesaplanan ΔE değeri en düşük Washington Navel eşidinde belirlenirken, diğer çeşitler arasındaki farklar önemli bulunmamıştır. eşit farkı gözetmeksizin uygulanan gazların ΔE değeri üzerinde en az değişimi yapan gazın N_2 gazı olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, turunçgillerin meyve suyu sanayisinde işlenmesi sırasında ortam atmosferinin modifiye edilmesi ürünü kalite ve bazı besin içeriklerinin korunması yönünde katkı sağlayacaktır. Yöremizde yetiştirilen Kozan Yerli eşidinin hem çeşit özellikleri hem de N_2 gazı ortamında biyoaktif bileşen özelliklerinin korunduğunun tespit edilmesiyle meyve suyu sanayinde kullanımının sağlanması yöremize ve ülkemize katma değer yaratacaktır.



TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca, kıymetli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, daima yol gösteren, motivasyonumu yüksek tutmama yardımcı olan ve desteğini hiç eksik etmeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Asiye AKYILDIZ' a içten teşekkürlerimi sunarım.

Jüri üyesi olarak bu çalışmayı değerlendiren ve değerli önerilerini sunan Prof. Dr. Hüseyin ERTEN' e ve Prof. Dr. İbrahim Abdülhey HAYOĞLU' na teşekkür ederim.

Bu çalışmanın yürütülmesinde her türlü bilgi, deneyim ve desteğini esirgemedi sunan Arş. Gör. Dr. Erdal AĞÇAM' a, Arş. Gör. Burcu DÜNDAR' a ve Arş. Gör. Dr. Süleyman POLAT' a teşekkür ederim.

Beni maddi ve manevi daima destekleyen sevgili eşim Mutlu BALTA'ya, aileme ve arkadaşlarım Gözde CEYLAN ve Semih İPEK'e,

Destek ve katkılarından dolayı, Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine ve Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsüne,

Yürekten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XII
ŞEKİLLER DİZİN	XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XX
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Turunçgiller	5
2.2. Turunçgil çeşitleri.....	8
2.2.1. Valencia.....	8
2.2.2. Washington Navel	10
2.2.3. Yerli Çeşitler	11
2.2.4. Turunç	12
2.3. Turunçgillerde Bulunan Acılık Bileşenleri.....	14
2.3.1. Limonoidler.....	14
2.3.2. Fenolik Bileşenler	29
2.4. Turunçgillerde Acılığın Giderilmesi.....	42
3. MATERYAL VE METOT	47
3.1. Materyal.....	47
3.2. Metot.....	49
3.2.1. Uygulanan Teknolojik İşlemler	49
3.2.2 Uygulanan Analizler	51
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	59
4.1. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere aitturunçgil sularının PH değerleri üzerine etkisi	59

4.2. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisi	68
4.3. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının suda çözünür kuru madde(Briks(B°)) değerleri üzerine etkisi.....	76
4.4. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının askorbik asit içerikleri üzerine etkisi.....	82
4.5. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının toplam karotenoid içerikleri üzerine etkisi	91
4.7. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının klorojenik asit içeriği üzerine etkisi	107
4.8. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının naringin içerikleri üzerine etkisi.....	113
4.9. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının hesperidin içerikleri üzerine etkisi	120
4.10. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının neohesperidin içerikleri üzerine etkisi.....	128
4.11. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının limonin içerikleri üzerine etkisi.....	135
4.12. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının nomilin içerikleri üzerine etkisi.....	144
4.13. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının L [*] değerleri üzerine etkisi	150
4.14. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının a [*] değerleri üzerine etkisi	155
4.15. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının b [*] değerleri üzerine etkisi	160
4.16. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının Hue [*] değerleri üzerine etkisi	165

4.17. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının Chroma (C^*) değerleri üzerine etkisi	170
4.18. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının ΔE değerleri üzerine etkisi	175
5. SONUÇ	179
KAYNAKLAR	185
ÖZGEÇMİŞ	211
EKLER	212





ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 2.1.	Portakal sularında limonoid glikozitler	19
Çizelge 2.2.	Yaygın endüstriyel çeşitlerde ve geçmiş çalışmalarda rapor edilen örneklerde glikozit içerikleri (%)	20
Çizelge 2.3.	Tatlı portakalın (<i>C.sinensis</i>) çeşitli meyve dokuları ve limonin miktarları	21
Çizelge 2.4.	Pumelo meyve kısımlarındaki limonin miktarları (mg/L)	22
Çizelge 2.5.	Bazı turunçgillerin suyundaki limonin miktarları	26
Çizelge 2.6.	Taze altıntopta (TA), ozmotik kurutma uygulanmış altıntopta (OKA), konvansiyonel işlem uygulanmış reçelde (KR), mikrodalga enerjisi uygulanmış reçelde (MDR), ozmotik kurutma uygulanmış reçelde (OKR) ve karma işlem (OK+MDR) uygulanmış reçelde flavonoid miktarları (mg/100g taze meyve)	39
Çizelge 2.7.	Farklı bölgelerden elde edilen çeşitli turunçgil ve ürünlerinin flavanon glikozit içerikleri	40
Çizelge 3.1.	Limonoid bileşiklerinin analizi için mobil faz gradient programı.....	52
Çizelge 3.2.	Fenolik bileşen analizinin yürütücü faz oranları.....	56



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1.	Limonoidlerin gruplandırılmasında temel alınan başlıca yapılar	16
Şekil 2.2.	Turunçgil limonoidlerinin kimyasal yapıları	17
Şekil 2.3.	Dondurulmuş konsantre portakal suyunun limonoid glikozitlerinin HPLC kromatogramı	18
Şekil 2.4.	Her bir meyve kısmında limonin (ppm) ve naringin (ppm) dağılımını gösteren pumelo meyvesinin enine kesiti	23
Şekil 2.5.	Limonoidler için biyosentetik yollar. LDLH: Limonin-D halka lakton hidrolaz, LGT: limonoid-UDP-D-glikoz transferaz	25
Şekil 2.6.	Flavonoidlerin temel yapısal özellikleri ve numaralandırma sistemleri	30
Şekil 2.7.	Kateşin ve antosiyanidin yapıları	30
Şekil 2.8.	Fenolik asitlerin olası biyosentetik oluşumları	32
Şekil 2.9.	Flavonoidlerin C ₆ -C ₃ -C ₆ karbon iskeleti	32
Şekil 2.10.	Heterosiklik C-halkasındaki oksidasyon ve doymuşluğun derecesine bağlı olarak flavonoid grupları	33
Şekil 2.11.	Bazı flavanon aglikonları ve bunların glikozitleri	35
Şekil 2.12.	Bazı flavanon-o-glikozitlerin kimyasal yapısı ve tatları	36
Şekil 3.1.	Çalışmada kullanılan turunçgil çeşitleri Washington Navel (A), Valencia (B), Kozan yerli (C) ve Turunç (D)	48
Şekil 3.2.	Turunçgil sularının ekstraksiyonu	49
Şekil 3.3.	Turunçgil sularının farklı gazlar ile muamele edilmesi	50
Şekil 3.4.	Farklı gazlarla muamelede kullanılan düzeneğin görseli	51
Şekil 3.5.	Toplam fenolik madde analizi için hazırlanan örnekler	54
Şekil 3.6.	Toplam karotenoid analizi için hazırlanan örnekler	55
Şekil 4.1.	Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının pH değerleri üzerine etkisi	66

Şekil 4.2.	Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının pH değerleri üzerine etkisi.....	67
Şekil 4.3.	Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisi.....	74
Şekil 4.4.	Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisi.....	75
Şekil 4.5.	Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının Briks(°B)değerleri üzerine etkisi	80
Şekil 4.6.	Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının Briks(°B) değerleri üzerine etkisi	81
Şekil 4.7.	Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının askorbik asit içerikleri üzerine etkisi.....	89
Şekil 4.8.	Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının askorbik asit içerikleri üzerine etkisi	90
Şekil 4.9.	Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının toplam karotenoid içeriği üzerine etkisi.....	98
Şekil 4.10.	Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının toplam karotenoid içeriği üzerine etkisi.....	99
Şekil 4.11.	Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının toplam fenolik madde içerikleri üzerine etkisi	105

Şekil 4.12. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının toplam fenolik madde içerikleri üzerine etkisi	106
Şekil 4.13. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının klorojenik asit içerikleri üzerine etkisi.....	111
Şekil 4.14. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının klorojenik asit içerikleri üzerine etkisi.....	112
Şekil 4.15. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının naringin içerikleri üzerine etkisi	118
Şekil 4.16. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının naringin içerikleri üzerine etkisi	119
Şekil 4.17. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının hesperidin içerikleri üzerine etkisi.....	126
Şekil 4.18. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının hesperidin içerikleri üzerine etkisi	127
Şekil 4.19. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının neohesperidin içerikleri üzerine etkisi.....	133
Şekil 4.20. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının neohesperidin içerikleri üzerine etkisi.....	134

Şekil 4.21. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının limonin içerikleri üzerine etkisi	142
Şekil 4.22. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının limonin içerikleri üzerine etkisi	143
Şekil 4.23. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının nomilin içerikleri üzerine etkisi	148
Şekil 4.24. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının nomilin içerikleri üzerine etkisi	149
Şekil 4.25. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının L^* değerleri üzerine etkisi.....	153
Şekil 4.26. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının L^* değerleri üzerine etkisi	154
Şekil 4.27. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının a^* değerleri üzerine etkisi	158
Şekil 4.28. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının a^* değerleri üzerine etkisi.....	159
Şekil 4.29. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının b^* değerleri üzerine etkisi	163
Şekil 4.30. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının b^* değerleri üzerine etkisi	164
Şekil 4.31. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının Hue^* değerleri üzerine etkisi	168
Şekil 4.32. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının Hue^* değerleri üzerine etkisi.....	169

- Şekil 4.33. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının C^* değerleri üzerine etkisi 173
- Şekil 4.34. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının C^* değerleri üzerine etkisi..... 174
- Şekil 4.35. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının ΔE değerleri üzerine etkisi..... 177
- Şekil 4.36. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının ΔE değerleri üzerine etkisi..... 178





SİMGELER VE KISALTMALAR

abs	: Absorbans
C.	: Citrus
°C	: Santigrat derece
cm	: Santimetre
cm ³	: Santimetreküp
CO ₂	: Karbondioksit
dak.	: Dakika
DAG	: Deasetil nomilininik asit glikozit
DNG	: Deasetil nomilin glikozit
g	: Gram
H	: Hava
HMF	: 5-(hidroksimetil)-2-furaldehit
HPLC	: Yüksek basınç sıvı kromatografisi
kcal	: Kilokalori
KH ₂ PO ₄	: Mono Potasyum Fosfat
kPa	: Kilopaskal
L	: Litre
LARL	: Limonate-A-halka lakton
LC-MS	: Sıvı kromatografisi-Kütle spektrofotometresi
LG	: Limonin glikozit
mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
µL	: Mikrolitre
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
mmHg	: Milimetre cıva
MPa	: Mega paskal

NaOH	: Sodyum hidroksit
NaCl	: Sodyum klorür
Na ₂ CO ₃	: Sodyum Karbonat
NAG	: Nomilnik asit glikozit
NG	: Nomilin glikozit
N ₂	: Azot
nm	: Nanometre
OG	: Obacunon glikozit
O ₂	: Oksijen
PME	: Pektin metil esteraz
rpm	: Dakikadaki devir sayısı
SÇKM	: Suda çözünür kuru madde
TKM	: Toplam kuru madde

1. GİRİŞ

İnsan beslenmesinde esas olarak mineral maddeler ve bazı vitaminlerin kaynağı olarak görülen meyve ve sebzeler, ayrıca içerdikleri organik asitler ve diyet lifleri ile dengeli beslenmede önemli bir yer tutmaktadır (Cemeroğlu, 2013). Besin öğeleri ve medikal değerler sağlaması açısından turunçgil meyvelerinin rolü ise ilk çağlardan beri bilinmektedir. *Rutaceae* familyasının *Citrus* cinsine ait turunçgil meyveleri, ferahlatıcı kokuları ve “Tavsiye Edilen Günlük Besin Alım Miktarı (RDA)”na yetecek C vitaminini sağlaması açısından iyi bilinmektedir. Askorbik asidin yanında bu meyveler, diyet lifi, pektin, karoteneidler (likopen ve β -karoten), limonoidler, flavanonlar (naringin ve rutinozidler), B vitamin kompleksleri (tiamin, riboflavin, nikotinik asit, pantotenik asit, pridoksin, folik asit, biotin, kolin, inositol) gibi hastalık önleyici ve tedavi edici özellikteki çeşitli fitokimyasal maddeler içermektedir (Ladaniya, 2008).

FAO 2017 istatistiklerine göre, 2016 yılında dünyada yaklaşık 124.246 milyon ton turunçgil üretilmiş olup, bu üretimde, 32.705,9 milyon ton üretimle Çin birinci, 16.555,1 milyon ton üretimle Brezilya ikinci, 9.755,8 milyon ton üretimle Hindistan üçüncü sırada yer almaktadır. Türkiye ise 3.652,1milyon ton üretimle Akdeniz ülkeleri içinde üçüncü sıradadır (FAO, 2017).

Türkiye’de turunçgil üretiminde yıldan yıla dalgalanmalar olmakta, 3.652,1 milyon ton üretimin %46,55 ‘ini portakal, %28,48 ‘ini mandalina, %18,35 ‘ini limon, %6,62 ‘sini altıntop oluşturmaktadır.

2016 yılında dünyada üretilen turunçgil meyvelerinin %18,95’i ürüne dönüştürülmek üzere kullanılmıştır. Türkiye’de ürüne dönüştürülmek üzere kullanılan 202,4 milyon ton turunçgil meyvesi toplam üretimin %5,54’üne karşılık gelmektedir. Bu kullanımın, 115 milyon ton ile %56,81’ini portakal, 48,1 milyon ton ile %23,76’sını limon ve 34,9 milyon ton ile %17,24’ünü mandalina oluşturmaktadır (FAO, 2017).

Ülkemizde turunçgil üretiminde, Akdeniz bölgesi büyük öneme sahip olup, üretimin %70,1'i Çukurova'dan karşılanmaktadır. Toplam turunçgilin %29'u Adana'da, %27'si Mersin'de, %14'ü Antalya'da, %18'i Hatay'da ve %5'i Muğla'da üretilmektedir (Güven, 2010).

Dünyada meyve suyuna işlenen meyvelerin başında gelen turunçgillerin başlıcaları; portakal (*C. sinensis*), altıntop (*C. paradisi*), limon (*C. limon*) ve mandarin (*C. reticulata*)'dır (Cemeroğlu, 2013).

Meyve suyunun nitelikleri açısından portakallarda aranılan başlıca özellikler; tat dengesi (şeker/asit oranı), renk, acılık maddesi (limonin) içermemesi, askorbik asit ve esansiyel yağ içeriği, bulanıklık derecesi ve stabilitesi ile çöken pulp miktarı gibi diğer bazı özelliklerdir (Altan, 1991).

Turunçgillerde bileşim öğelerinin önemli gruplarından biri acılık bileşikleridir. Bilindiği gibi bazı turunçgil çeşitleri acıdır. Bazıları hamken acı olduğu halde, olgunlaşma ile acılık kaybolmaktadır. Bazıları ise acı olmadığı halde belli koşullarda, örneğin meyve suyuna işlenince acı bir lezzet kazanmaktadır. Portakal ve altıntop gibi bazı meyve sularında bir kalite parametresi olarak acılık, istenmeyen bir durumdur (Ribeiro ve Ribeiro, 2008). Bu acılık yanlısı prosesin yanında işlenen meyvelere de bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Kola, 2005). Çeşitli turunçgil suları için acılık temel olarak limonin gibi "limonoidler"den (triterpenler) ve naringin gibi "flavanon neohesperidositler"den kaynaklanmaktadır (Ribeiro ve ark, 2002). Aşırı acılıktan dolayı temel acılık maddeleri olan naringin ve limonin ticari amaçlı altıntop suyu üretiminde büyük bir ekonomik kayıptan sorumludur (Manlan ve ark, 1990). Portakal, limon ve altıntopun belli çeşitlerinde ekstraksiyon sonrası zamanla artış gösteren acılık "gecikmiş acılık" olarak adlandırılmakta ve bu çeşitlerin endüstriyel kullanımlarını sınırlandırmaktadır. Gecikmiş acılık, sadece depolama problemlerine sebep olmayıp, ayrıca üreticileri düşük fiyatlara satışa zorlamaktadır (Premi ve ark, 1994; Puri, 1990). Turunçgil sularındaki en acı maddeler olan naringin, limonin ve neohesperidin, altıntop ve ekşi portakalların tüm kısımlarında bulunmaktadır (Kefford, 1960; Marhawa ve ark, 1994).

Bu çalışmada, üç farklı portakal çeşidi (Washington Navel, Valencia, Kozan Yerli) ve turunçta ekstraksiyon sonrası biyoaktif bileşenlerin (limonin, nomilin, hesperidin, neohesperidin, naringin, klorojenik asit, askorbik asit ve karotenoid) değişimleri üzerine sabit sıcaklık (25°C) ve karıştırma ortamında (65d/d) farklı gaz atmosferi ve farklı bekletme sürelerinin (0-60 dakika) etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, belirli gazlarla (O₂, CO₂ ve N₂) oluşturulan ortamlarda, turunçgil suları belirli sürelerde muamele edilip, işlem öncesi ve sonrası biyoaktif bileşenlerde meydana gelen değişimler ortaya konulmuştur. Ayrıca örneklerde; turunçgillerin temel kalite özellikleri ile ilişkili olan pH, titrasyon asitliği, suda çözünür kuru madde ve renk değerleri belirlenmiştir. Böylece inört ve aktif gaz atmosferinde, farklı turunçgil sularının temel kalite özellikleri ve besin değerlerindeki değişimin yanı sıra acılıktan sorumlu ve tüketimlerini kısıtlayan bileşenlerin konsantrasyonundaki değişimlerde ortaya konulmuştur.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Turunçgiller

Portakal, limon, mandalina, turunç ve altıntop gibi citrus cinsine ait türleri içeren turunçgiller, yaş meyve-sebze içerisinde önemli bir yere sahip olup, anavatanı tropik ve subtropik bölgelerdir (Anonim 2000). Türkiye’de en çok üretimi yapılan turunçgil çeşidi portakal olup, en az üretilen çeşit ise turunçtur. Türkiye, iklim koşullarının ve konumunun uygun olması ve erkenci çeşitlerin yetiştirilebilmesi sayesinde dünya piyasasındaki yoğun rekabette avantajlı durumdadır. (Anonim 2010). 2017 yılında Türkiye’de 4.769.726 ton turunçgil üretiminin, 1.950.000 tonunu portakal, 1.550.469 tonunu mandalina, 260.000 tonunu altıntop, 2.124 tonunu turunç ve 1.298 tonunu limon oluşturmaktadır (TUIK, 2017).

Yetiştirilen turunçgillerin bir kısmı sofralık, bir kısmı ise endüstride işlenerek değerlendirilmektedir. Dünyada meyve suyuna işlenen meyvelerin başında gelen turunçgillerin başlıcaları; portakal (*Citrus sinensis*), altıntop (*Citrus paradisi*), limon (*Citrus limon*) ve mandarin (*Citrus reticulata*)’ dir. Ülkemizde üretilen önemli portakal çeşitleri Valencia, Washington Navel, Shamouti (Jaffa/Yafa), Hamlin, Moro ve Tarocco çeşitleri başta olmak üzere yerli ve kan portakal çeşitleridir (Cemeroğlu, 2013).

Portakalların ticari önemi olan 100’den fazla çeşidi tanımlanmış olup, bunlar başlıca; göbekli portakallar (navel oranges), normal portakallar (common oranges), şeker portakalları (acidless oranges) ve kan portakalları (pigmented oranges) olmak üzere 4 ana grupta toplanırlar (Altan, 1991; Köksal, 1992; Kimball, 1999).

Portakal meyve ve suları; şeker, asitler, serbest amino asitler, mineraller gibi maddelerin yanında, suda zor çözünen veya hiç çözünmeyen ve posada kalan çeşitli polisakkaritler, lipidler ve karotenoid maddeler içermektedir (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2001). Portakal suyunda etkili olan tatlılık, ekşilik ve acılık duyuları;

içerdiği yüksek miktardaki şekerler ve organik asitler ile düşük miktarlardaki ve çoğu aroma oluşumunda da etkili olan uçucu bileşikler tarafından meydana getirilirler (Altan, 1995; Kola, 2005).

Portakal sularında en önemli kalite ölçütlerinden biri olan renk, karotenoidlerce sağlanmakta olup, bu maddeler meyve suyuna parlak ve çekici bir görünüm sağlarken, tat ve aromayı tamamlayıcı etkide de bulunurlar (Ting ve Rouseff, 1986; Kimball, 1991). Karotenoidler, sekiz izopren birimi içeren terpenoidlerdir ve plastidlerde karotenler ve ksantofiller şeklinde sentezlenirler. Karotenoidler, yağda çözünen yapıya sahip kırmızı, sarı ve turuncu pigmentlerdir (Xu ve ark, 2006). Vitamin A aktivitesine sahip iki tür karoteniod (α -karoten, β -karoten ve β -kriptoksantin) bulunurken, diğer türler (likopen, lutein ve zeaksantin) vitamin A aktivitesine sahip değildirler (Mannisto ve ark, 2007; Tanaka ve ark, 2012). Bütün turuncgil suları arasında tatlı portakal (*C. sinensis*), en kompleks karotenoid profiline sahip çeşittir. Bu karmaşık profilde temel formlar cis-violaxanthin, β -kriptoksantin, lutein, zeaksantin ve cis-anteraksantin şeklindedir (Dhuique-Mayer ve ark, 2005). Diğer taraftan altıntop suyu (*C. paradisi*), likopen ve β -karoten olmak üzere iki karotenden oluşan daha basit bir karotenoid profiline sahiptir (Fanciullino ve ark, 2006).

Turuncgillerin askorbik asitçe (C vitamini) zengin oldukları bilinen bir gerçektir. Askorbik asit oldukça güçlü bir antioksidan olup, serbest radikallerin kanser, kalp rahatsızlıkları ve katarakt gibi çeşitli hastalıklara iyi geldiği bildirilmektedir. Askorbik asit, vücutta kollajen oluşumunda, inorganik demirin absorpsiyonunda, soğuk algınlığının süresini ve şiddetini azaltmasında görev almaktadır (Gershoff, 1993; Harats ve ark, 1998; Jacques ve ark, 1997).

Askorbik asit, faydalarının yanında kararsız bir bileşiktir ve istenmeyen koşullar altında kolaylıkla parçalanır (Fennema, 1977; Lee ve Coates, 1999). Askorbik asidin parçalanması aerobik ve anaerobik şekillerde gerçekleşebilir (Huelin, 1953; Johnson ve ark, 1995). Bu parçalanma O₂, ısı, ışık, depolama sıcaklığı ve depolama süresi gibi birçok etkene bağlıdır (Robertson ve Samaniego,

1986; Fellers, 1988; Gordon ve Samaniego- Esguerra, 1990). Askorbik asidin anaerobik parçalanması genellikle ısı ile işlemle korunan turunçgil sularında sıklıkla depolama sırasında gerçekleşirken, askorbik asidin oksidasyonu genellikle turunçgil suyunun üretimi sırasında ortaya çıkar (Johnson ve ark, 1995; Lee ve Nagy, 1988a; Solomon ve ark, 1995). Depolama sırasında portakal suyu, ürünün kalite kaybıyla sonuçlanan bozulmaya neden olan bir dizi reaksiyona (askorbik asidin parçalanması, bulanıklık kaybı, mikrobiyal bozulma, kötü aromanın oluşması, renkte, tekstürde ve dış görünüşte değişiklik) maruz kalır (Ayhan ve ark, 2001; Bezman ve ark, 2001; Ewaidah, 1992; Goyle ve Ojha, 1998; Roig ve ark, 1999). Depolama sırasında turunçgil sularındaki askorbik asit parçalanmaya uğradığı için, portakal suyu konsantreleri gibi bazı ürünlerin raf ömrü açısından oldukça önemli bir faktör haline gelmiştir (Johnson ve ark, 1995; Lee ve Nagy, 1988a; Solomon ve ark, 1995).

Kelebek ve ark (2008), yaptıkları çalışmada portakal sularında antioksidan aktivitesini DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) yöntemini kullanarak ölçmüşler, bu aktivitenin çeşit (moleküldeki hidroksil sayı ve pozisyonu), fenolik bileşiklerin miktarı ve metal geçişine bağlı olduğunu rapor etmişlerdir.

Meyve olgunluğun belirlenmesinde ölçüt olarak kullanılan briks/asit oranı, suda çözünür kuru madde (SÇKM) içeriğinin asit içeriğine bölünmesiyle bulunmakta ve meyve suyunun tatlılık ve ekşilik derecesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Kimball, 1991; Kola, 2005). Bu oranın fazlalığı veya düşüklüğü meyve suyunda istenmeyen durumlardır. Yüksek oranlı meyve suyu şurupsu niteliğe sahip olmakta, düşük oranlı meyve suyu ise asidik ve ekşi bir tada sahip olmaktadır. Bu sebeple briks/asit oranının 8 ile 12-13 aralığında olması istenmektedir. Ülkemiz portakallarının asit değerlerinin yüksek olması, son üründe tat dengesinin kurulabilmesi için düşük asitli portakallara ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır (Altan, 1991; Kola, 2005).

Portakallarda SÇKM'nin büyük kısmını organik asitler oluşturmaktadır. Turunçgillerde ana organik asit sitrik asit olup, azımsanmayacak ölçüde malik asit

de bulunmaktadır. Organik asitler meyvede solunum enerjisine kaynak olmakla birlikte meyvede daima suda çözülmüş halde bulunurlar (Cemeroğlu, 2004).

Meléndez-Martínez ve ark (2005), geç Valencia çeşidinden elde ettikleri 12 dondurulmuş portakal suyunda renk ve karotenoid içeriği üzerine bir çalışma yapmışlar, bu 12 portakal suyundan 10' unun renk değerleri arasında benzerlik olduğunu görmüşlerdir. Diğer iki portakal suyunun renginde görülen önemli ölçüde düşüş, meyvelerin hamlığına bağlanmıştır.

Portakal suyunda bulunan başlıca pektik maddeler, proteinler ve lipidlerden oluşan bulanıklık maddeleri olarak adlandırılan kısım, meyve suyunun görünümü açısından en önemli ölçüttür. Çeşitli etmenlerden etkilenen bulanıklığın yoğunluğu ve stabilitesi birinci dereceden pektik maddelerden ve bu maddelerin pektinesteraz aktivitesinden kaynaklanmaktadır (Altan, 1995).

2.2.Turunçgil çeşitleri

2.2.1. Valencia

Valencia tatlı bir portakal çeşidi olup, meyve suyu randımanı oldukça yüksek bir meyve olmasının yanında hem sofralık hem de endüstride kullanmaya elverişli bir çeşittir. Hasat süresi uzun, meyve suyunun aromatik, dengeli ve yumuşak bir tadı vardır (Cemeroğlu, 2013). Dilim zarları kalın, ticari anlamda çekirdeksiz, küçük meyveli bu portakal çeşidi yüksek sıcaklığa en dayanıklı çeşittir (Saunt, 2000). Bu çeşidin tüm özellikleri hasat yılı ve derim zamanına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Çeşitli yıllarda ve derim zamanlarından elde edilen örneklerde bu çeşidin pH değeri 3,18-3,80, titrasyon asitliği 1,32-2,31 g susuz sitrik asit/100 mL, ŞÇKM 10,3-12,8 olarak tespit edilmiştir (Altan, 1995). Şeker:asit oranı 5,5:1, toplam karotenoid içeriği 12-15 mg/L, limonin içeriği ise 1-5 mg/L aralığında olan C vitamin içeriği yüksek bir çeşittir (Cemeroğlu, 2013).

Rapisarda ve ark (1999) tarafından yapılan bir çalışmada geç dönem Valencia çeşidinde Folin-Ciocalteu yöntemi ile belirlenen toplam fenolik madde düzeyi $488 \pm 19,7$ µg/mL ferulik asit eşdeğeri olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada

toplam flavanon içeriği $244,1 \pm 19,6$ µg/mL, toplam hidroksisinamik asit (ferulik, kafeik, sinapik ve *p*-kumarik asitler) $56,9 \pm 4,8$ µg/mL, askorbik asit içeriği $576,8 \pm 30,5$ µg/mL olarak ifade edilmiştir.

Valencia portakal sularında 3 farklı sıcaklıkta pastörizasyon koşulunun (75, 80 ve 85°C) portakal suyu örneklerinde bazı kalite ve duyu özellikleri üzerine olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, portakal suyu örneklerinin pH değerlerinin $2,93 \pm 0,01$ ile $2,94 \pm 0,02$ arasında, titrasyon asitliği değerlerinin 1,88 ile 1,97 g/100g arasında değiştiği bildirilmiştir. Örneklerin SÇKM değerlerinin %10,00 ile 10,04 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Pastörizasyon sıcaklığının artmasıyla askorbik asit içeriğinde azalma tespit edilmiş, örneklerde askorbik asit miktarları 1131,43 ile 1374,99 mg/L aralığında belirlenmiştir. Portakal sularının toplam fenolik madde miktarları 1419 ile 2180 mg GAE/L aralığında tespit edilmiştir. Bu çalışmada Valencia çeşidine ait örneklerde hesperidin (109,23–187,34 mg/L)’in başlıca flavonoid olduğunu, bunu naringin (35,34-44,66 mg/L) ve naringenin (14,96–35,02 mg/L)’in izlediği rapor edilmiştir (Biçgel, 2008).

Önür (2014), Valencia çeşidi portakal suyunun asitliğinin giderilmesi amacıyla 5 farklı iyon değiştirici reçine (Amberlite IRA96, Amberlite FPA53, Amberlite FPA54, Amberlite FPA51 ve Lewatit S4528) kullandığı çalışmada, portakal suyu örneklerinde ekstraksiyon ve pulp ayırma sonrası pH değerlerini 3,22 ile 3,42 arasında, SÇKM değerlerini 11,88-12,83 aralığında, askorbik asit içeriklerini 639,38 mg/L ile 740,41 mg/L arasında belirlemiştir. Asitlik giderme işlemi ile pH değerini 3,64 ile 4,10 arasında, SÇKM değerlerini 10,25-11,53 olarak tespit etmiştir. Çalışmada ayrıca portakal sularında hidroksisinamik asitlerden klorojenik asit, kafeik asit, ferulik asit, *p*-kumarik asit, *o*-kumarik asit ve sinapik asidi belirlemiştir. En baskın olan hidroksisinamik asidin klorojenik asit (28,82-57,10 mg/L) olduğunu, bunu sırasıyla sinapik asit (7,34-11,18 mg/L), kafeik asit (2,50-8,84 mg/L), ferulik asit (1,70-3,89 mg/L), *p*-kumarik asit (0,59-3,87 mg/L) ve *o*-kumarik asidin (0,38-1,19 mg/L) izlediğini belirtmiştir. Önür, işlem görmemiş portakal sularında hesperidin, eriositrin, neoeriositrin, neohesperidin ve narinjenin

flavoanonlarını da belirlemiştir. En baskın olan flavanonun hesperidin (195,57-270,38 mg/L) olduğunu, bunu sırasıyla neoeriositrin (5,63-11,77 mg/L), narinjenin (1,59-2,31 mg/L), neohesperidin (0,91-1,31 mg/L) ve eriositrinin (0,43-0,84 mg/L) izlediğini beirtmiştir.

2.2.2. Washington Navel

Ülkemizde üretilen portakalların yaklaşık %50'den fazlasını Navel (Washington Navel, Thompson Navel, vb) cinsi portakallar oluşturmaktadır (Altan, 1991). Navel portakalların kolay soyulabilen kabuğu, az sulu yapısı, meyve etinin zengin aromaya sahip olması ve çekirdeksiz olması, bu çeşidin dünya çapında en çok yenen portakal cinsi olmasını sağlamıştır. Fakat bu çeşitte gecikmiş acılık görülebilmekte, limonin konsantrasyonu 40 µg/gdeğerine ulaşabilmekte, bu da dilin gerisinde yoğun acı bir tada sebep olmaktadır (Chandler ve Nicol, 1975). Washington Navel çeşidi oldukça sulu, şeker: asit oranı 5,5:1, toplam karotenoid içeriği 5-8 mg/L, limonin içeriği 7-17 mg/L olup, ülkemizde en çok üretilen sofralık portakal çeşididir (Cemeroğlu, 2013).

Rapisarda ve ark (1999) tarafından yapılan bir çalışmada Washington çeşit portakalda Folin-Ciocalteu yöntemi ile belirlenen toplam fenolik madde düzeyi 361,4±16,9 µg/mL Ferulik asit eşdeğeri olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada toplam flavanon içeriği 202,3±21,3 µg/ml, toplam hidroksisinamik asit (ferulik, kafeik, sinapik, ve p-kumarik asitler) 33,4±4,9 µg/mL, askorbik asit içeriği 417,0±18,3 µg/mL olarak ifade edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada 5 farklı derim zamanından elde edilen Washington portakal suyu örneklerinde pH değerleri 3,1 ile 3,5 aralığında, SÇKM 10,3 ile 13,8 °B aralığında, titrasyon asitliği değerleri 1,0 ile 1,5 g/100mL aralığında, tat dengesi 7,0 ile 15,2 ± 0,1 SÇKM/TA, L-askorbik asit içeriği 44±0,1 ile 47±0,4 mg/100mL aralığında, limonin içeriği ise 3,1±0,3 ile 10,7±0,4 mg/L olarak tespit edilmiştir. Portakal suyu örneklerinde derim zamanına bağlı olarak pH, SÇKM ve tat dengesi

değerlerinde artış, titrasyon asitliği ve L-askorbik asit içeriğinde ise azalma olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada ayrıca 2 farklı derim zamanında elde edilen taze portakal suyu örneklerinde limonin içeriği 4,8-5,4 mg/L arasında, ısıtma işlem uygulamasını takiben derin dondurucu içerisinde (-32°C , 45 gün) bekletilen örneklerin limonin içeriklerinin 15,4-16,7 mg/L düzeylerinde olduğu belirlenmiştir. Limonin içeriğinde meydana gelen bu artışın meyvenin sıkılmasını takiben limonin monolaktonun hızla limonin dilakton formuna dönüşmesinin yanı sıra, derin dondurucu içerisine koyulmadan önce ısıtma işlemine tabi tutulmasından ve kısmen de olsa ısıtma işlem sonrasında derin dondurucuda bekletilmesinden kaynaklandığı saptanmıştır (Kola, 2005).

2.2.3. Yerli Çeşitler

Ülkemizde üretimi yapılan yerli portakal çeşitlerinden başlıcaları Kozan Yerlisi, Dört Yol Yerlisi ve Alanya Yerlisi gibi çeşitlerdir. Endüstride meyve suyuna işlenen portakal çeşitleri genellikle bu yerli çeşitlerdir. Fakat endüstriye uygun nitelik ve miktarda portakal yetiştirilmemekte, bu nedenle portakal suyu ve konsantresi üretimi nitelik ve miktar açısından ülkemizde yetersiz kalmaktadır.

Farklı yıl ve derimlerden elde edilen Kozan Yerli portakallarla yapılan bir çalışmada, meyve suyu veriminin %46-50, pH değerinin 3,38-3,78, ŞÇKM içeriğinin %12,5-13,5 aralığında olduğu gözlemlenmiştir (Altan, 1995). Bu çeşide ait diğer bulgular bir başka çalışmada, titrasyon asitliği değeri 1,23-1,39 g/100mL, tat dengesi (briks/asit) 8,6-10,3 olarak belirtilmiştir (Özsan ve Bahçecioğlu, 1970).

Kozan Yerli ve Kozan Misket portakal sularında 3 farklı sıcaklıkta pastörizasyon koşulunun (75°C , 80°C ve 85°C) portakal suyu örneklerinde bazı kalite ve duyu özellikleri üzerine olan etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, Kozan Yerli ve Kozan Misket portakal suyu örneklerinin çeşitler için sırasıyla pH değerlerinin 3,04 ile 3,15, $3,49 \pm 0,05$ ile $3,56 \pm 0,05$ aralığında, titrasyon asitliği değerlerinin 1,48 ile 1,64 g/100g, 0,74 ile 0,87 g/100g arasında değiştiği bildirilmiştir. Örneklerin

SÇKM değerlerinin çeşitler için sırasıyla % 11,178 ile 11,83, %10,33 ile 12,17 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Pastörizasyon sıcaklığının artmasıyla askorbik asit içeriğinde azalma tespit edilmiş, örneklerde askorbik asit miktarları çeşitler için sırasıyla 1017,17 ile 1060,35 mg/L, 574,24 ile 711,01 mg/L aralığında belirlenmiştir. Portakal sularının toplam fenolik madde miktarları çeşitler için sırasıyla 1972 ile 2483 mg GAE/L, 1614 ile 2068 mg GAE/L aralığında tespit edilmiştir. Çalışmalarda bu portakal suyu örneklerindeki başlıca flavonoid olan hesperin çeşitler için sırasıyla 140,92–152,16 mg/L, 63,08–73,87 mg/L olarak tespit edilmiştir (Işık, 2008; Biçgel, 2008).

Selli ve ark (2004), Kozan Yerli portakal suyu üzerine yapmış oldukları bir çalışmada pH değerini 3,4, SÇKM değerini % 12,00, askorbik asit içeriğini 550 mg/L olarak belirlemişlerdir.

Kozan Yerli portakal suyu örneklerinin biyoaktif bileşenlerine ve duyuşal özelliklerine farklı şiddetlerde PEF ve ısı pastörizasyon uygulaması ve 180 gün +4°C'de depolamanın etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, örneklerin pH değerleri 3,45-3,60 arasında, titrasyon asitliği değerleri 1,09±0,07 ile 1,21±0,01 g/100mL aralığında, SÇKM değerleri % 11,03-11,60 arasında, toplam fenolik madde içerikleri 350,42-443,42 mg/L aralığında, toplam karotenoid içeriği 7,39 mg/L, L* değeri 34,52-38,06 arasında, a* değeri -4,02 ile -2,87 arasında, b* değeri 18,54-20,77 arasında, C* değeri 18,78 ile 21,12, gallik asit içeriği 0,16-0,22 mg/L arasında, vanilik asit 2,33-5,04 mg/L arasında, elajik asit 1,86-3,48 mg/L aralığında, klorojenik asit 14,19-18,15 mg/L arasında, naringin miktarı 9,53-15,44 mg/L arasında, naringenin içeriği 0,66-0,70 mg/L arasında, eriositrinin iz miktarda, neoriositrin 0,29-0,95 mg/L arasında, neohesperidin 0,39-0,66 mg/L arasında belirlenmiştir (Ağçam, 2011).

2.2.4. Turunç

Dünyada Aurantii cortex, Bigarad portakal (Bigarade orange), acı portakal (bitter orange), ekşi portakal (sour orange), Sevil portakal (Seville orange) gibi

çeşitli adlarla tanınan turunç (*C. aurantium*), portakal, mandalina, altıntop, bergamut ve limon gibi turunçgillerin üretiminde anaç olmakla birlikte, dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de beslenme amaçlı kullanılmamakta, genellikle kabuk reçeli, marmelat ve turunç kabuk yağı üretiminde kullanılmaktadır (Tokgöz ve Gölükcü, 2009; Morton, 1987). Moufida ve Marzouk (2003), turunç meyvesinin %26,53 meyve suyu içerdiğini belirtmiştir.

Turunç, iriliği ve genel özellikleri bakımından tatlı portakalla (*C. sinensis*) benzerlik göstermesine rağmen, duyuşal özellikleri açısından tatlı portakaldan ayrılmaktadır. Ekşi tadını asit içeriğinden alan turunç, limon (*C. lemon*) veya lime (*C. aurantifolia*) kadar yüksek asitliğe sahip olmamakla birlikte içerdiği asitlik, dünyanın hiçbir yerinde ticari bir öneme sahip olamamış bir turunçgil çeşidi olarak kalmıştır (Johnson ve Chandler, 1982). Turunç meyvesi ana asit olarak sitrik asit, daha az miktarda malik asit ve çok az miktarda okzalik asit içermektedir (Yamaki, 1989). Turunç meyvesi ortalama %4,99 asit ve %12,25 toplam şeker içermektedir (Moufida ve ark, 2003). İtalya’da yetişen ekşi portakallarda yapılan bir çalışmada, briks/asit oranlarının kasım ve ocak ayları arasında 2,3 ile 3,2 arasında değiştiği raporlanmıştır (Mazza ve ark, 1980). Turunç meyvesi toplam şeker konsantrasyonu açısından portakalla, asit içeriği ve meyve suyu verimi açısından limonla benzerlik göstermektedir (Tokgöz ve Gölükcü, 2009).

Olgun turunç meyvesinin kabuğunda %2,4-2,8, olgunlaşmamış turunç kabuğunda ise %14 oranında bulunan neohesperidin dihidrokalkon, sakarinden 20 kat, siklomattan da 200 kat fazla tatlıdır. Bu içeriğinden turunç meyvesinin dolaylı tatlandırıcı olarak da kullanılabileceği belirtilmiştir (Morton, 1987).

Turunç çeşitli faktörlere bağlı olmakla birlikte ortalama %14 toplam kuru madde içeriği, 45-90 mg/100 g C vitamini, %0,4 oranında lif içeriğine sahip olup, bunların yanında beslenme açısından önemli sayılabilecek düzeyde kalsiyum, fosfor ve demir içermektedir. Turunç meyvesinin 100 gram yenilebilir kısmında 290 µg A vitamini (karotenoid formda), 100 µg B1 vitamini (tiamin), 40 µg riboflavin ve 0,3 mg niasin bulunmaktadır (Morton, 1987).

Acı portakal (turunç), bütün turunçgiller gibi limonoid ve limonini içermekte, bunun yanında, yalnızca acı olmayan flavanon glikozitlerini içeren tatlı portakallardan farklı olarak neoeriositrin, naringin ve neohesperidin gibi temel acılık veren flavonanları da içermektedir. Çok yüksek asit değerinin acılığı perdelemesi ve eğitimsiz panelistlerden dolayı acılık maddelerinin tespiti zor olmakta, ekşi ve acı tatlar birbirine karıştırılabilmektedir (Couture ve Rouseff, 1992).

Gattuso ve arkadaşlarının (2007) yaptığı bir çalışmada turunç meyvesi flavonoid içeriği bakımından incelenmiş ve bu içerik bakımından portakaldan farklılık, altıntop meyvesiyle benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. 100 mL turunç suyunda 1,97 mg naringin, 0,87 mg neohesperidin, 0,77 mg neoeriositrin, 0,73 mg poncirin, 0,15 mg diosmin, 0,2 mg tangeretin ve 0,14 mg kamferol tespit edilmiştir (Gattuso ve ark, 2007). Turunç meyvesinde, miktar açısından en yüksek düzeyde bulunan aroma bileşeni limonen 90,335 µg/mL düzeyinde bulunmuştur (Moufida ve Marzouk, 2003).

2.3. Turunçgillerde Bulunan Acılık Bileşenleri

Portakal sularında bulunan önemli bileşenlerden birisi de acılık maddeleridir (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2001). Turunçgil meyveleri ve ürünlerinde acılığa neden olan etmenlerin araştırılmasında, kimyasal bakımdan farklı iki tip acılık ögesi belirlenmiştir, bunlar limonoidler ve flavonoidlerdir (Albach ve Redman, 1969; Altan, 1983a; b).

2.3.1. Limonoidler

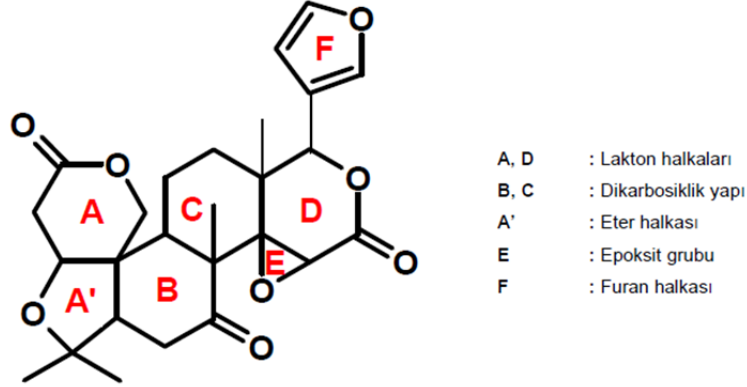
Limonoidler, *Rutaceae* bitki familyasının Citrus cinsinden bitkilerde bulunan triterpen türevleridir. Limonoidler, turunçgil suyu ve dokularında büyük miktarlarda suda çözünür glikozitler halinde, çekirdeklerde ise suda çözünmez yapıda olan limonoid aglikonları (Tundis ve ark, 2014) ve bunların yanı sıra A-halka laktonlar (Zukas ve ark, 2004) şeklinde bulunmaktadır. Aglikonlar, doğal

dilaktonlar, asidik monolaktonlar ve ayrıca dikarboksilik asitler halinde bulunurken, limonoid glikozitler asidik aglikonların 17- β -D-glukopirozit esterleri halinde bulunmaktadır (Dandekar ve ark, 2008).

Kökenleri ve yapısal çeşitliliklerine bağlı olarak limonoidler genişçe dört farklı grupta sınıflandırılabilirler: limonin, calamin, ichangensin ve 7 α -asetat limonoidlerdir (Jayaprakasha ve ark, 2008; Manners ve ark, 2003; Roy ve Saraf, 2006).

Turunçgil limonoidleri 2 temel çekirdek yapısından oluşmaktadır. Limonin gibi limonoidler 5 halkaya sahip olan birinci yapıya, nomilin gibi A, B, C ve D şeklinde dizayn edilmiş 4 halkaya sahip limonoidler ikinci yapıya örnektir (Tundis ve ark, 2014). Limonoidlerin gruplandırılmasında temel alınan başlıca yapılar Şekil 2.1’de gösterilmektedir (Kola, 2005).

C. aurantium, *C. limon*, *C. reticulata*, *C. sudachi*, *C. unshiu*, *C. paradisi*, *C. sinensis*, *C. jambhiri*, ve *C. Pyriformis* ‘in de bulunduğu turunçgil türlerinden bugüne kadar 50’den fazla limonoid aglikon ve glikozit izole edilmiştir (Tundis ve ark, 2014). Tian ve Ding (1999), turunçgillerde 36 limonoid aglikon ve 17 limonoid glikozidi izole edildiği belirtmişlerdir (Tian ve Ding 1999). Ohta ve ark (1992), yaptıkları çalışmada 39 limonoid aglikon ve 21 glikozit izole edildiğinden bahsetmiştir (Ohta ve ark, 1992). Bir başka çalışmada bugüne değin, 44 aglikon ve 18 glikozit olmak üzere toplam 62 limonoidin varlığından söz edilmiştir (Jayaprakasha ve ark, 2008; Kim ve ark, 2012).



Şekil 2.1. Limonoidlerin gruplandırılmasında temel alınan başlıca yapılar (Kola, 2005)

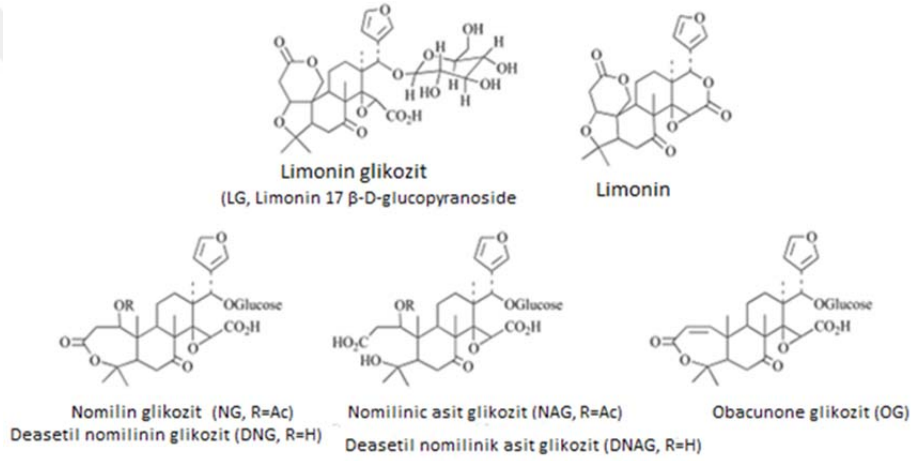
Limonoidlerden kaynaklanan acılık, bazı turunçgillerde ürüne işleme sonrasında zamanla artar ve bu acılığa gecikmiş acılık denir (Maier and Beverly, 1968). Acılık aynı zamanda dondurma ve mekanik hasar sonrası da meydana gelmektedir. Acılığa neden olan temel limonoid limonindir (Puri ve ark, 1996).

İlk yapılan çalışmaların çoğu, özellikle limonin ve nomilinin yoğun bir acılığa sahip olduğunun altını çizmektedir (Guadagni ve ark, 1973; Rouseff, 1982; McIntosh ve ark, 1982; Mansell ve ark, 1983; Rouseff ve Matthews 1984; Hasegawa ve ark, 1987). Çoğu çalışmada, limonin turunçgillerde temel acılık maddesi olarak tanımlanmıştır (Ribeiro ve ark, 2002; Hasegawa ve Maier, 1990; Herman ve ark, 1990; Dekker, 1988).

Portakal suyu üretimi ve depolaması üzerine yapılan çalışmalarda, limonin ve nomilinin portakal suyunda gecikmiş acılıktan sorumlu en baskın limonoid bileşikler oldukları belirtilmiştir (Maier ve ark, 1977; Maier ve ark, 1980; Hasegawa ve ark, 2000; Abbasi ve ark, 2005; Tundis ve ark, 2014).

Limonin ve limonini takiben nomilin, çoğu turunçgil çeşitlerinde en bol bulunan aglikon, limonin glikozidi ise turunçgillerde bulunan en önemli glikozit çeşididir (Tundis ve ark, 2014). 1841'de turunçgillerdeki acılık maddeleri üzerine yapılan çalışmalar sırasında en iyi bilinen limonoid olan limonin ilk kez izole

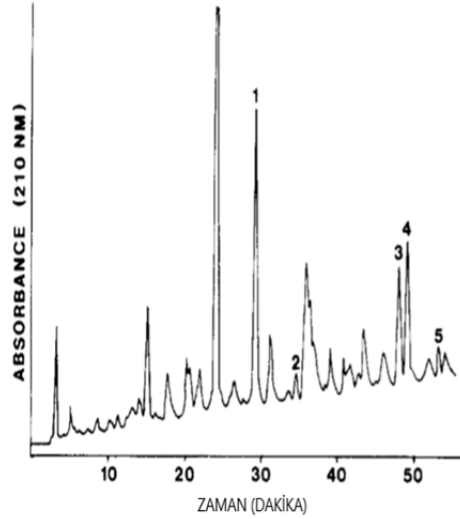
edilmiştir (Yamashita ve ark, 2015). 1949'da ise bu maddenin navel portakal suyundaki acılık maddesi olduğu ortaya çıkmıştır (Hasegawa ve ark, 2000a). Acılığa neden olan belli limonoid türleri geniş biyolojik aktiviteleri açısından da incelenmiştir (Lam ve ark, 1989; Tian ve ark, 2001; Battinelli ve ark, 2003; Miller ve ark, 2004; Poulouse ve ark, 2005; Poulouse ve ark, 2006; Vanamala ve ark, 2006; Hasegawa ve ark, 2000b). Şekil 2.2'de turunçgil limonoidlerinin kimyasal yapıları gösterilmektedir (Brekse ve ark, 2015).



Şekil 2.2. Turunçgil limonoidlerinin kimyasal yapıları (Brekse ve ark, 2015)

Fong ve ark (1989), portakal, altıntop ve limon sularında ince tabaka kromatografisi (TLC) tekniğiyle limonoid glikozitlerinin varlığı üzerine yaptıkları çalışmada, bu maddelerin konsantrasyonlarının portakalda sırasıyla 320, 190 ve 182 mg/L olduğunu belirlemişlerdir. Portakal suyunda limonoidlerin glikozit formlarının miktarsal olarak aglikonların konsantrasyonundan kabaca 100 kat fazla olduklarını tespit etmişlerdir (Fong ve ark, 1989). Portakal suyunda temel limonoid glikozitlerinin miktarını belirlemek için Herman ve ark (1990), HPLC tekniğini kullanarak 14 farklı ticari dondurulmuş portakal suyunda limonoid glikozitlerinin tespiti için çalışmışlardır. Her bir portakal suyunu analiz öncesi 11,8°Brix

seyreltip, ekstraksiyon yapmışlardır. Analizler sonucunda toplam limonoid glikozit konsantrasyonunun 252 ile 396 mg/L arasında olduğunu tespit etmişlerdir. 131-211 mg/L konsantrasyon aralığıyla, tüm örneklerde limonin glikozitinin en bol bulunan glikozit olduğunu ortaya koymuşlardır. Analiz edilen dondurulmuş konsantre portakal suyunda limonoid glikozitlerinin HPLC profili Şekil 2.3'te gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi, LG 29,2. dakikada; DAG 34,6. dakikada, NG 48. dakikada, NAG 49,1. dakikada, OG 53,8. dakikada pik vermiştir. Tespit edilen limonoid glikozitler ve konsantrasyonları Çizelge 2.1'de gösterilmektedir (Herman ve ark, 1990).



Pik 1, limonin glikozit; Pik 2, deasetilnomililik asit glikozit; Pik 3, nomilin glikozit; pik 4, nomililik asit glikozit; pik 5, obacunon glikozit.

Şekil 2.3. Dondurulmuş konsantre portakal suyunun limonoid glikozitlerinin HPLC kromatogramı (Herman ve ark, 1990).

Çizelge 2.1. Portakal sularında limonoid glikozitler (Herman ve ark, 1990)

Örnek portakal suyu	Limonoid glikozit ^a , mg/L					
	LG	NAG	NG	DAG	OG	Toplam
1	194	90	76	25	4	389
2	183	81	52	26	3	346
3	152	67	33	20	1	273
4	199	75	64	14	2	363
5	161	75	38	19	3	295
6	163	71	41	16	3	294
7	145	55	36	14	1	252
8	131	58	49	16	2	256
9	192	113	48	25	4	382
10	162	93	39	22	2	318
11	190	74	37	24	3	328
12	211	101	54	24	5	396
13	209	108	41	26	5	390
14	168	101	53	26	4	353
Ortalama	176	84	47	21	3	331
SD	25	18	12	5	1	51

^a : LG, limonin glikozit; NAG, nomilnik asit glikozit; NG, nomilin glikozit; DAG, deasetilnomilnik asit glikozit; OG, obacunon glikozit.

Breksa ve ark (2009) tarafından navel, hamlin ve valencia tatlı portakalları limonoid içerikleri üzerine çalışılmış ve limonin glikozit (LG) ve nomilin glikozit (NG), deasetil nomilin glikozit (DNG), nomilnik asit glikozit (NAG), deasetil nomilnik asit glikozit (DNAG), ve obacunone glikozit (OG) isimlerindeki diğer yaygın glikozitler sıvı kromatografi-elektrosprey iyonizasyon-kütle spektrometrisi (LC-ESI-MS) tekniğiyle analiz edilmiştir. Çoğu turuncgil meyvesinde limonin glikozit baskın olduğundan, bu çalışmada ilk elde edilen glikozit limonin glikoziti

olmuştur. Sonuçlar Çizelge 2.2’de gösterilmiş ve önceki çalışmalarla kıyaslanmıştır. Çizelgede Washington Navel, Hamlin ve Valencia sularının, limonoid glikozit içeriğince birbirine oldukça yakın olduğu, LG içeriğinin önceki çalışmalardaki değerlerle benzer olduğu görülmüştür (Brekse ve ark, 2009; Fong ve ark, 1989; Herman ve ark, 1990; Schoch ve ark, 2001).

Çizelge 2.2. Yaygın endüstriyel çeşitlerde ve geçmiş çalışmalarda rapor edilen örneklerde glikozit içerikleri (%) (Brekse ve ark, 2009)

Limonoid Glikoziti	LG	NG	DNG	NAG	DNAG	OG
Çeşit						
Washington Navel	53,6	26,2	0,8	10,6	8,1	0,7
Valencia	57,1	23,1	1,8	5,2	11,6	1,2
Hamlin	33,2	31,4	0,9	9,7	21,3	3,5
Önceki Çalışmalar						
Portakal Suyu (a)	56,3	nd	nd	nd	nd	nd
Portakal Suyu (b)	53,2	14,2	6,3	Nd	25,4	0,9
Pera Rio Portakalı (c)	82,8	5,7	0,0	1,1	9,2	1,1
Natal Portakalı (c)	80,9	6,4	0,0	2,1	10,6	0,0

a: Fong ve ark, 1990, b: Herman ve ark, 1990, c: Schoch ve ark, 2001. nd: tespit edilemedi.

Roussef tarafından (1982) yapılan çalışmaya göre, endüstriyel altıntop sularında nomilin glikozit konsantrasyonu 0,1 ve 1,6 mg/L arasında değişmekte olup, en yüksek konsantrasyon erken dönem ürünlerde tespit edilmiştir (Rouseff 1982).

Turunçgillerde acılıktan başlıca sorumlu olan temel limonoid olan limonin (Hasegawa ve ark, 1984) miktarı, meyvenin çeşidine ve çeşitli kısımlarına bağlı olarak büyük oranda değişmektedir (Ohta ve Hasegawa, 1995). Limonin, acı olmayan bir formda sentezlenip yapraklardan meyvenin diğer kısımlarına daha sonra taşındığı için, meyvenin her bir kısmında limonin miktarı farklıdır (Maier ve ark, 1977). Bir çalışmada limonin ve öncüsünün çoğunlukla portakalın çekirdek ve

kabuk kısımlarında (flavedo, albedo ve dilim duvarlarında) var olduğundan bahsedilmiştir (Kaushal ve Thakur, 2001). Tatlı portakalın (*C.sinensis*) farklı kısımlarında limonin dağılımını tespit etmek için HPLC tekniği uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 2.3’de gösterilmiştir (Siddiqui ve ark, 2013).

Çizelge 2.3. Tatlı portakalın (*C.sinensis*) çeşitli meyve dokuları ve limonin miktarları (Siddiqui ve ark, 2013).

Meyvenin kısımları	Limonin (mg/100g)*
Çekirdekler	480,00±0,03
Flavedo	38,80±0,02
Albedo	13,80±0,03
Dilim zarları	0,95±0,01
Meyve suyu	0,015±0,002

* ± Değerler standart sapmayı ifade etmektedir.

Pumelo ile yapılan bir çalışmada, meyvenin her bir kısmı (flavedo, albedo, dilim zarları, çekirdekler ve meyve suyu) incelenmiş ve bu kısımların limonin içerikleri Çizelge 2.4’te gösterilmiştir. Aynı çalışmada, pumelo meyvesinin limonin ve naringin içeriğini gösteren meyve kesiti de Şekil 2.4’te gösterilmiştir (Pichaiyongvongdee ve Haruenkit, 2009).

Çizelgede, tüm çeşitler için en yüksek seviyedeki limonin içeriğinin çekirdeklerde, bunu takiben albedo, flavedo, dilim zarları ve meyvenin suyunda olduğu görülmektedir (Pichaiyongvongdee ve Haruenkit, 2009).

Çizelge 2.4. Pumelo meyve kısımlarındaki limonin miktarları (mg/L)
(Pichaiyongvongdee ve Haruenkit, 2009).

Çeşit	Dokular				
	Flavedo	Albedo	Dilim Zarları	Çekirdekler	Meyve suyu
KNP	169,30±17,75	252,81±36,36	265,14±55,97	2615,3±453,4	22,69±3,94
KP	215,06±32,93	135,20±14,89	87,64±8,79	2605,6±472,6	18,27±3,70
KTG	150,52±29,12	259,31±48,25	267,34±42,04	1375,3±85,80	10,07±1,64
KY	130,16±31,32	233,05±27,58	111,59±21,64	Çekirdeksiz	21,43±3,57
PV	295,49±33,78	239,17±47,24	293,14±48,85	244,5±463,40	20,02±1,68
TD	217,72±48,84	313,58±64,50	122,69±133,8	2594,6±524,6	29,62±5,42
TK	159,88±31,01	352,72±72,59	85,81±18,54	Çekirdeksiz	25,52±3,54

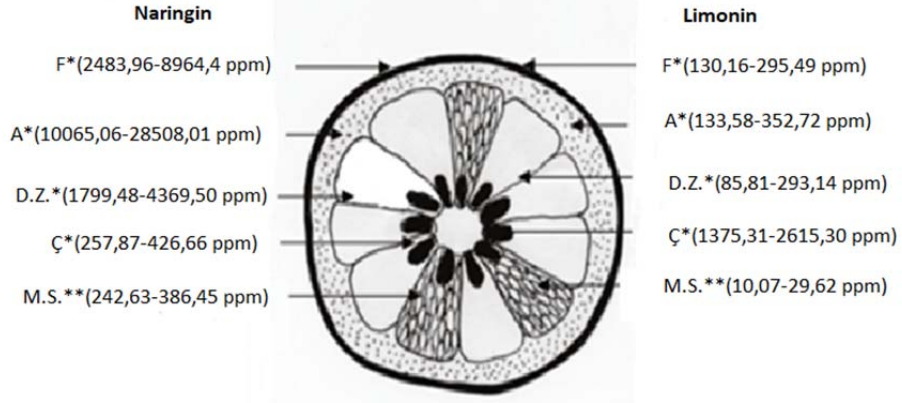
KNP=Kao Nampheung, KP=Kao Paen, KTG=Kao Tanggkya, KY=Pattavee, TD=Thong Dee, TK=Tha Knoi.

Çizelgede ifade edilen değerler, ilgili meyvenin 5 örneğinde yapılan analizlerin ortalamasıdır. ± değerler standart sapmayı ifade etmektedir.

Flavedo, albedo, segment zarları ve çekirdeklerde limonin konsantrasyonu birimi Kurumadde üzerinden (DW), meyve suyunda limonin konsantrasyonu birimi Taze Ağırlık (FW) üzerindendir.

Benzer sonuçlar bir başka çalışmada da alınmış, altıntop dokularında en yüksek limonin seviyesine kabuklarda, bunu takiben iç çekirdek kabuğu, meyve aksı, dilim zarları, albedo, flavedo ve meyve suyu keseciklerinde ulaşılmıştır (Mcintosh ve ark, 1982). Thai tangerin meyvesiyle yapılan benzer bir çalışmada en yüksek limonin konsantrasyonu sırasıyla çekirdek, albedo, flavedo, dilim zarları ve meyve suyu keseciklerinde elde edilmiştir (Pichaiyongvongdee ve Haruenkit 2009).

Yapılan bir çalışmada yetiştirme yeri, kültürel uygulamalar ve bitkinin beslenmesinin turuncgil meyvelerindeki limonin miktarlarında rol oynadığı belirtilmiştir (Pichaiyongvongdee ve Haruenkit, 2009).



F=Flavedo, A=Albedo, D.Z.=Dilim zarları, Ç=Çekirdek, M.S.=Meyve suyu.

*Flavedo, albedo, dilim zarları ve çekirdeklerde limonin ve naringin konsantrasyonları birimi Kurumadde üzerinden (DW)

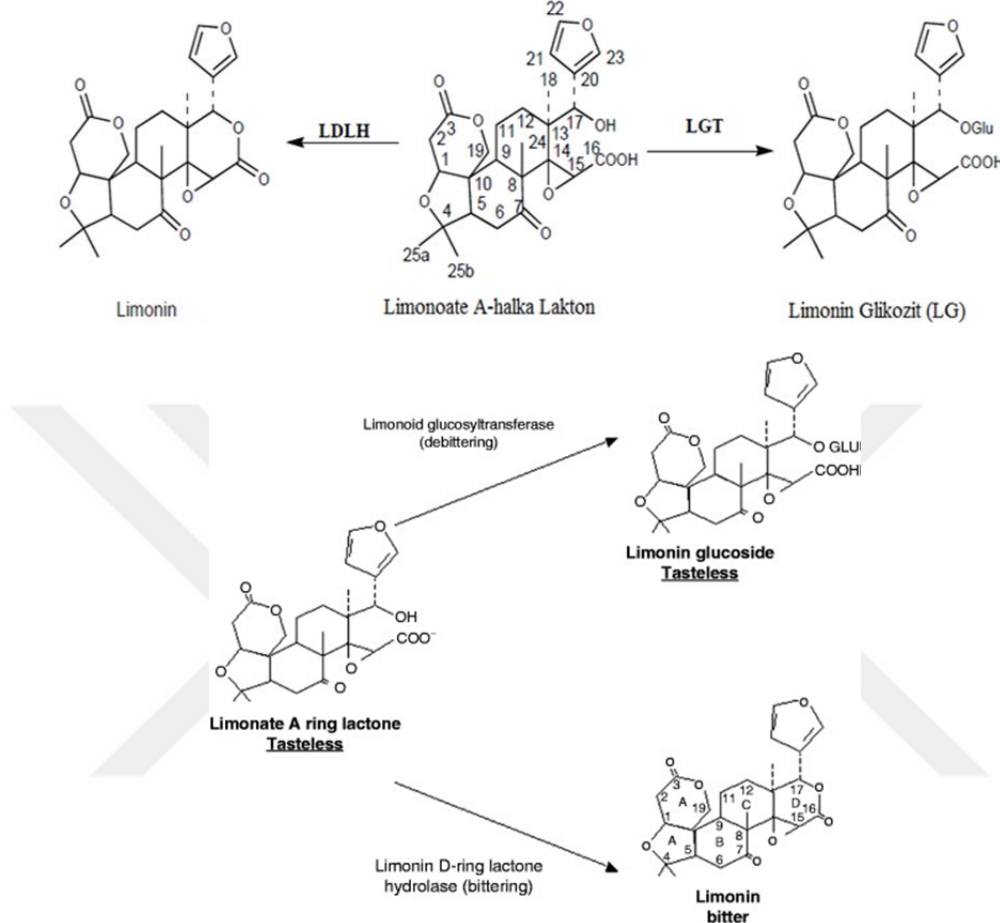
**Meyve suyunda limonin ve naringin konsantrasyonları birimi Taze Ağırlık (FW) üzerindendir.

Şekil 2.4. Her bir meyve kısmında limonin (ppm) ve naringin (ppm) dağılımını gösteren pumelo meyvesinin enine kesiti (Pichaiyongvongdee ve Haruenkit 2009).

Çoğunlukla, hasar görmemiş meyve dokularında doğrudan limonin değil, bunun öncül maddesi olan limonate-A-halka lakton (LARL) bulunmaktadır. Bu formu acı değildir (Cemeroğlu, 2013; Maier ve Beverly, 1968). Normal olgunlaşma sırasında, LARL, limonoid- UDP-D-glikoz transferaz enziminin yardımıyla tatsız bir limonoid glikoziti olan limonin glikozite dönüşmektedir (Zukas ve ark, 2004). Fakat ekstraksiyon işlemi sırasında çekirdeklerin kırılmasıyla, en fazla çekirdek kısmında bulunan LARL asidik meyve matriksiyle karışmaktadır. LARL'ın limonine dönüşümü bu karışım işlemiyle katalizlenmektedir (Young ve ark, 2015). Meyve dokusu mekaniki hasara uğradığında LARL asit katalizli laktonizasyona maruz kalır (Maier ve ark, 1980), D halkası kapanarak acı tat veren, kısaca “limonin” denen “limonin dilakton”a dönüşür. İşte, “limonin A-halkası monolakton” içeren turunçgil meyvelerinin, örneğin Washington Navel portakallarının, başlangıçta tatlı oldukları halde, portakal suyu elde edildikten sonra bir süre bekleyince acılık kazanmasının nedeni

budur. Acılığın bir süre sonra belirmesi nedeniyle, limoninden kaynaklanan acılığa “gecikmiş acılık” denir (Cemeroğlu, 2013). Bu dönüşümde ortamın pH’sı son derece önemlidir. Bütün haldeki meyvede öncü madde asidik meyve suyundan ayrı durumda bulunduğundan tepkime gerçekleşmezken suyu sıkılan meyvede öncü madde asidik karakterli suya karışır ve dönüşüm sonucu acılık maddesi meydana gelir. Limonoik asit monolaktonun incelendiği çalışmalarda bu maddenin pH 3,0’de hızla, pH 5,6’da yavaşça limonine dönüştüğü rapor edilmiştir (Blundstone ve ark, 1971).

Tatsız olan LARL’ın limonin-D halka lakton hidrolaz enzimi ile acı bir bileşen olan limonine ve limonoid- UDP-D-glikoz transferaz enzimi ile tatsız bir bileşen olan limonin glikozite dönüşümü Zukas ve ark (2004) tarafından Şekil 2.5’te olduğu gibi gösterilmektedir.



Şekil 2.5. Limonoidler için biyosentetik yollar. LDLH: Limonin-D halka lakton hidrolaz, LGT: limonoid-UDP-D-glikoz transferaz (Zukas ve ark, 2004)

LARL'ın limonine dönüştüğü bu reaksiyon, oda sıcaklığında yavaş olarak gelişmekte ve acılık birkaç saat sonra belirmektedir (Cemeroğlu, 2013). Bu dönüşüm aynı zamanda ısıtma ve asitlendirme işlemleriyle oldukça hızlanmakta (Bao ve ark, 2015, Dagulo ve ark., 2010), pH 'sı 6,5 'in altında olan asidik bir ortama ve ayrıca bir enzim aktivitesine ihtiyaç duymaktadır (Maier ve ark, 1969). Reaksiyonun ısıya çok dirençli bir enzim olan "limonin-D-halkası-lakton-hidrolaz" tarafından katalize edildiği ve bu nedenle ısıtma ile enzimin inaktivasyonu

sağlanamadığından, acılaştırmanın ısı yolla önlenemediği belirtilmektedir (Maier ve ark, 1969; Fischer-Ayloff-Cook ve Hofsommer, 1992).

Asidik ortamda suda çözünür LARL'ın suda çözünmez limonine dönüşümü geri dönüşümlü bir reaksiyon olup, limonin D halkasının geri dönüşümlü olarak açılmasıyla limonin, alkali bir ortamda farklı sıcaklıklarda LARL'a geri dönüşebilmektedir (Liu ve ark, 2012).

Limonin esas olarak bazı portakal çeşitlerinde bulunur ve bu tip portakalların temel acılık bileşimidir. Portakal dışında diğer turuncgil meyvelerinde de farklı miktarlarda limonin bulunur. Fakat portakal dışında, acılık sorunu olan diğer bir turuncgil, altıntoptur. Aslında limonin, olgunluk öncesinde tüm portakallarda az veya çok bulunmakla birlikte olgunlaşma ile azalmakta ve bazı çeşitlerde tümünden kaybolmaktadır. Buna karşın altıntoplardaki miktarı, olgunlaşma ile değişmemektedir. Bazı turuncgil meyvelerinin suyunda saptanmış limonin miktarları Çizelge 2.5' te gösterilmektedir (Cemeroğlu, 2013).

Çizelge 2.5. Bazı turuncgillerin suyundaki limonin miktarları (Cohn, 1990)

Turuncgiller	Limonin, mg/L
Navel, portakal	7-17
Valencia, portakal	1-5
Tangelo (bir mandlina hibriti)	1-2
Orlando (bir altıntop hibriti)	45-80
Altıntop	4-15

Yukarıda değinildiği gibi ham haldeyken hemen hemen tüm portakal çeşitlerinde bulunan limonin, olgunlaşmayla azalmakta veya kaybolmaktadır. Bazı çeşitlerde kalan miktar bile onlara acı bir tat vermeye yetmektedir. Bu çeşitlerin başlıcaları, Washington Navel, Bahia orange, Bionda Communa, Shamouti ve Temporana'dır (Fischer-Ayloff-Cook ve Hofsommer, 1992). Ülkemize özgü

çeşitlerden Kozan Yerlisi'nde derim zamanına bağlı olarak 0,9-1,2 mg/L düzeyinde limonin bulunduğu, bu çeşitten donmuş olanlardan elde edilen portakal sularında limonin miktarının 2,3-7,4 mg/L düzeyine çıkarak çok acı bir tat kazandığı bildirilmektedir (Buğa ve ark, 1996).

Kola ve arkadaşları (2010), mevsimsel farklılıkların portakallarda limonin miktarına etkisini ortaya çıkartmak için, taze sıkılmış Washington navel portakal suyunda limonin konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Yedi farklı hasat zamanı çalışılmış, limonin konsantrasyonları HPLC ile tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda hasat zamanına göre limonin konsantrasyonlarının 2,63 mg/L'den 10,67 mg/L'ye değiştiğini görmüşlerdir. En yüksek limonin konsantrasyonu (yaklaşık 10,7 mg/L) hasat döneminin başlangıcında yapılan meyve suyunda elde edilmiştir. Olgunlaşmanın ilerlemesiyle limonin konsantrasyonunun düştüğü de gözlenmiştir. Dahası, limonin konsantrasyonu geç hasat dönemi ile azalmış, hasat döneminin sonunda en düşük seviyeye inmiştir. Bu hızlı düşüşün, olgunlaşmayla LARL konsantrasyonundaki azalmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. pH seviyesindeki artışla, LARL'ın limonine dönüşümünün azalması da limonin içeriğinin azalmasına katkı sağlamaktadır (Kola ve ark, 2010).

Şunu da belirtmek gerekir ki limoninin ön maddesi "limonin A- halkası monolakton" yoğun halde çekirdekte bulunmaktadır. Daha az miktarda merkezi ekseninde, dilim zarlarında ve nihayet meyve suyu keseciklerinden oluşan meyve etinde bulunmaktadır. Meyvesi tatlı olduğu halde, yüksek ekstraksiyon basıncı uygulanması nedeniyle çekirdeklerin zedelenmesi durumunda da, meyve suyunda acılık oluşabilmektedir. Washington portakalları çekirdeksiz olduğu halde meyve etinden kaynaklanan limonin nedeniyle daima acı portakal suyu vermektedir (Cemeroğlu, 2013)

Limonin acı bir bileşik olmakla birlikte, acılığın hangi konsantrasyonda algılandığı (acılık eşiği) konusu da önemli bir husustur. Genel popülasyon için acılık eşiğinin limonin için 1 mg/L, naringin için 20 mg/L olduğu belirtilmektedir (Matthews ve ark, 1990). Bazı kişilerin limonin acılığını 5 mg/L'den sonra,

naringini ise 500 mg/L'den sonra algılayabildikleri belirtilmektedir (Maier ve ark, 1977). Bunun tam aksine bazı kişilerin limonin daha 0,05 mg/L düzeyinde bile algılayabildikleri ileri sürülmektedir (Fischer-Ayloff-Cook ve Hofsommer, 1992).

Rauseff ve Matthews (1984), nomilin için tespit eşiğinin 0,8 mg/L, algılama eşiğininse 2,1 mg/L olduğunu gösterirken (Rouseff ve Matthews, 1984), bir başka çalışma, algı eşiğinin 2,6 mg/L olduğu belirtmektedir (Dea ve ark, 2013).

Limonin için algı eşiği konsantrasyonu 6 mg/L'nin altına düştüğünde, tüketici kabul edilebilirliği ve meyve suyu endüstrisi açısından büyük bir problem ortaya çıkmaktadır (Guadagni ve ark, 1973).

Acılık eşiği, limoninin çözülmesi sıvının niteliklerine de bağlı olup, Guadagni ve ark (1973), limonin acılığının algı eşiğinin saf suda 1 mg/L, portakal suyunda 6 mg/L, portakal suyuna benzer bir model ortamda 11mg/L olduğunu belirtmektedir. Limonin konsantrasyonu bu seviyeye geldiğinde acı tat olarak algılanmaktadır (Guadagni ve ark, 1973). Genel olarak portakal sularında 6-8 mg/L limonin, acılık sınırı olarak kabul edilmektedir (Cemeroğlu, 2013).

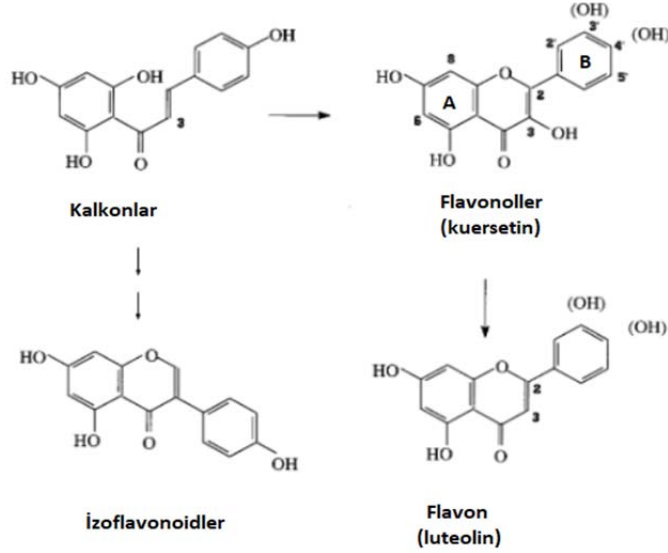
Limonin, nomilin ve bunların şeker ve asit ortamlarındaki kombinasyonlarının algı eşiklerini en iyi şekilde tespit etmek için, portakal suyu üzerinde çalışılmış; sükröz ilavesinin, portakal suyunda limonin ve nomilinden kaynaklanan acılık algısını azalttığı gözlenmiştir (Dea ve ark, 2013). Limonin ve naringin acılığının algı eşiklerine turuncgil meyvelerinde bulunan bazı bileşenlerin etkileriyle ilgili Guadagni ve ark (1973), farklı pH değerlerinde sükröz ve sitrik asit çözeltileriyle çalışmış, bu bileşenlerin ve kombinasyonlarının limonin ve naringinin algı eşiklerini yükselttiğini belirtmişlerdir (Guadagni ve ark, 1973).

Son yapılan çalışmalar turuncgil limonoidlerinin, antibakteriyel, anti fungal, antioksidan ve antikanser gibi farmakolojik özelliklerinden dolayı insan sağlığına faydalarının altını çizmektedir. Turuncgil limonoidleri, mukoz temizleme işi (Rohr ve ark, 2002), bağışıklık düzenleyici aktivite (Raphael ve Kuttan, 2003), antiviral aktivite (Battinelli ve ark, 2003), radikal süpürmeve antioksidan etki (Poulose ve ark, 2005; Yu ve ark, 2005) ve biofilm oluşumunu önleyici (Vikram ve

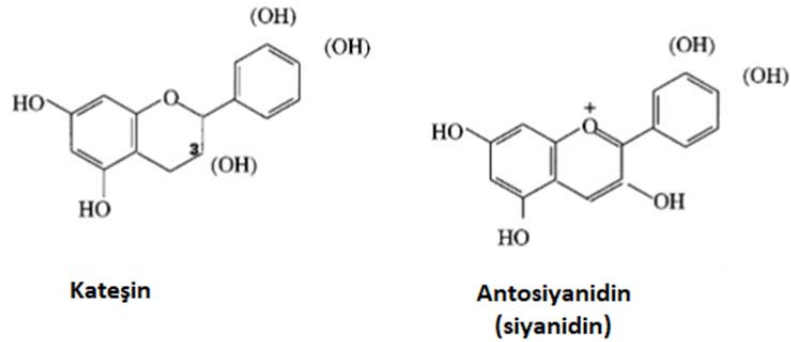
ark, 2011) gibi çeşitli etkinliklere sahiptir. Limonoidlerin akciğer, karaciğer, beyin, pankreas, göğüs, kan ve mide kanserlerine potansiyel faydaları deneysel kanıtlarla ortaya koyulmuştur (Borradaile ve ark, 1999; El-Readi ve ark, 2010; Guthrie ve ark, 2001; Jayaparakasha ve ark, 2008; Lam ve ark, 2000; Patil ve ark, 2010; Poullose ve ark, 2006; Tian ve ark, 2001).

2.3.2. Fenolik Bileşenler

Fenolik madde terimi bir veya daha fazla hidroksil grubunun bağlandığı bir aromatik halka bulunduran bitkisel maddelerdir. Bu bileşikler genellikle bir şekere bağlı halde (glikozit şekilde) bulunup, suda çözünür olmaya meyillidirler. Fenolik bileşenlerin en geniş grubu olan flavonoidler; üç karbon birimine bağlanmış iki fenol halkasından oluşan C15 bileşikleridir (Croft, 1998). Flavonoidlerde, A halkası 5. ve 7. pozisyonlardan karakteristik hidroksilasyona sahiptir (Mann, 1978). B halkası genellikle 4', 3'4', 3'4'5' pozisyonlarından hidroksillenmektedir (Şekil 2.6.). Bu temel yapısal özellikleri kalkon, flavonol ve flavon gruplarının örneklendirilmesiyle göstermektedir. Şekilde de görüldüğü üzere; izoflavonoidler, B halkasının 3. pozisyonundan bağlanmasında olduğu gibi kalkonların halkalı duruma gelmesiyle oluşmaktadır (Croft, 1998). Flavonoidlerin diğer temel grupları kateşinler (genellikle çayda gallik asit esterleri olarak bulunurlar) ve renk pigmentlerince zengin olan antosiyanidinler Şekil 2.7'de gösterilmiştir (Croft, 1998).



Şekil 2.6. Flavonoidlerin temel yapısal özellikleri ve numaralandırma sistemleri (Croft, 1998).



Şekil 2.7. Kateşin ve antosiyanidinin yapıları (Croft, 1998).

Fenolik bileşenler bitkilerde bol miktarda bulunan maddelerdir. Bu bileşenlerin en temel gruplarından biri, çoğu meyve, sebze ve ürünlerine (çay ve şarap gibi) renk ve lezzet sağlayan flavonoidlerdir (Croft, 1998). Meyve ve sebzece zengin diyetlerin kardiyovasküler hastalık ve kanserin bazı formlarına karşı koruması göz önüne alındığında, flavonoidlerin biyolojik etkileri oldukça dikkat

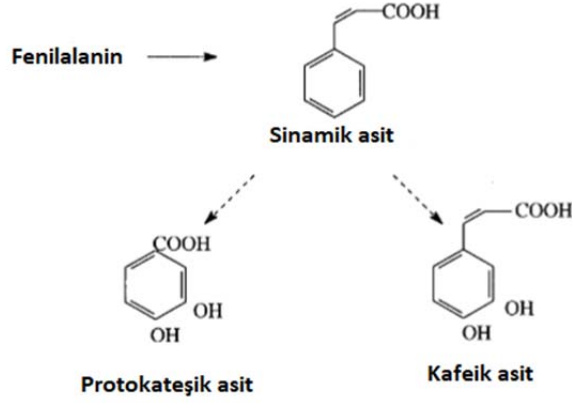
çekmektedir (Block ve Langseth, 1994; Block, 1992; Hertog ve ark, 1993). Flavonoidlerin büyük ilgi çekmesinin sebebi, damar tıkanıklığı, kanser ve kronik iltihap gibi çeşitli durumlarda karşılaşılan serbest oksijen radikalleri ve peroksidasyona karşı antioksidan etkiye sahip olmalarıdır (Halliwell, 1994).

Fenolik bileşiklerin meyve ve sebzelerde dağılımını etkileyen faktörler tür, ekim, yetiştirme, olgunlaşma derecesi ve depolama olup, bu faktörler meyve ve sebzelerde fenolik bileşiklerin niteliksel ve niceliksel farklılıklar göstermesine sebep olmaktadır. Bu bileşiklerin biyolojik etkilerinin yanı sıra, meyve ve meyve suyu ürünlerinin renk, lezzet, acılık ve sertliği üzerinde de olumlu etkileri mevcuttur (Merken ve Beecher, 2000; Kanitsar ve ark, 2001; Belajová ve Suhaj, 2004).

2.3.2.1. Fenolik Asitler

Fenolik bileşiklerin bir diğer grubu olan fenolik asitler, serbest veya ester, eter ve asetal bağları ile çeşitli bitkisel bileşiklere bağlanmış formda bulunabilmektedir (Xu ve ark, 2007). En yaygın bulunan fenolik asit çeşitleri sinamik asit ve türevleri, kumarik asit (tekli hidroksil grup) ve kafeik asittir. Sinamik asit ve türevleri, fenilalenin ve tirozin yardımıyla şikimat metabolik yolu ile türemektedirler (Mann, 1978). Bazı çalışmalarda ise en yaygın sinamik asit türevinin; kafeik asidin, quinik asit ile yaptığı ester olan klorojenik asit olduğu belirtilmiştir (Cemeroğlu ve ark, 2004; Kanitsar ve ark, 2001).

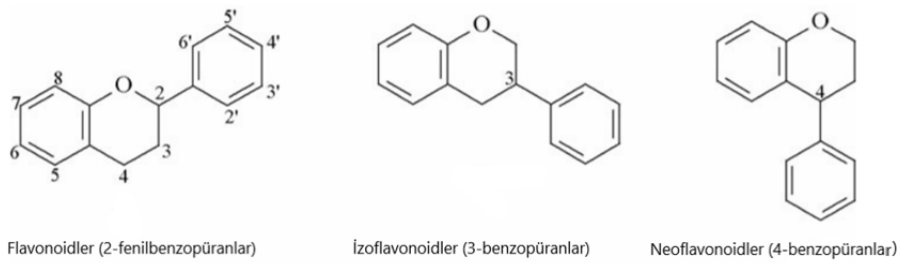
Fenolik asitlerin olası biyosentetik oluşumları Şekil 2.8.'de gösterilmektedir. Yan zincirin oksidasyonu protokateşik asit gibi benzoik asit türevlerinin oluşuma yol açmaktadır (Croft, 1998). Bu bileşikler doğada genellikle glikoz esterleri veya kinik asidin ester kombinasyonları şeklinde bulunmaktadır (Mann, 1978).



Şekil 2.8. Fenolik asitlerin olası biyosentetik oluşumları (Croft, 1998).

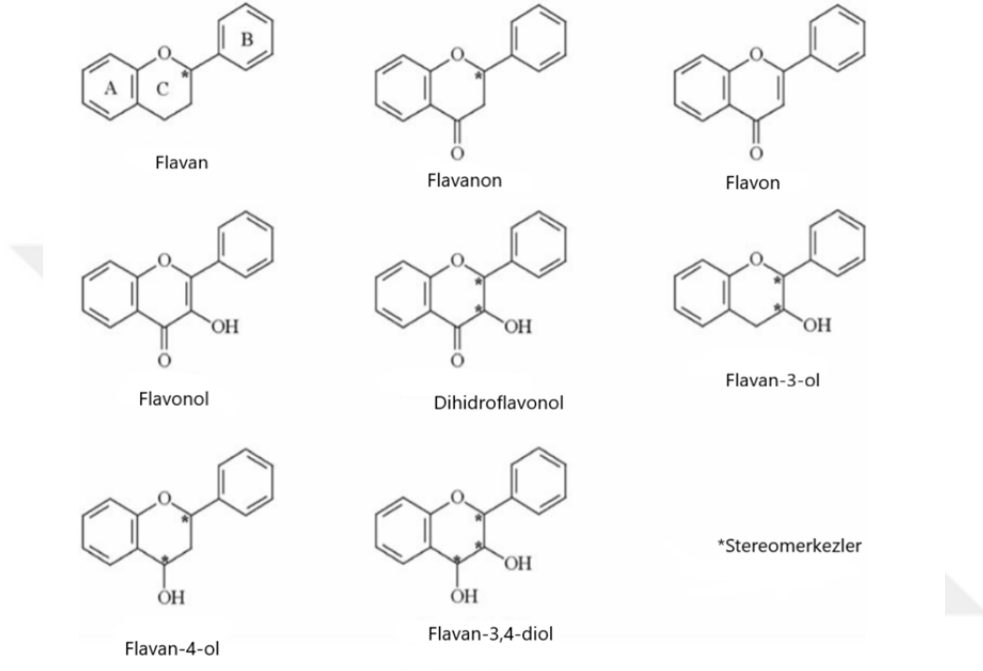
2.3.2.2. Flavonoidler

Flavonoid terimi genellikle, C₆-C₃-C₆ karbon iskelet yapısındaki geniş madde gruplarını tanımlamaktadır. Aromatik halkanın benzopüran (benzopyrano/chromano) grubuna bağlandığı pozisyona bağlı olarak bu üyeler üç sınıfa ayrılmaktadır: flavonoidler (2-phenyl benzopyrans), izoflavonoidler (3-benzopyrans), ve neoflavonoidler (4-benzopyrans). Bu gruplar genellikle aynı kalkan öncüsünü paylaşmaktadır. Şekil 2.9'da C₆-C₃-C₆ karbon iskeleti görülmektedir (Marais ve ark, 2006)



Şekil 2.9. Flavonoidlerin C₆-C₃-C₆ karbon iskeleti (Marais ve ark, 2006).

Flavonoidler, heterosiklik C-halkasındaki oksidasyon ve doymuşluğun derecesine bağlı olarak Şekil 2.10'daki gruplara ayrılmaktadır (Marais ve ark, 2006).



Şekil 2. 10. Heterosiklik C-halkasındaki oksidasyon ve doymuşluğun derecesine bağlı olarak flavonoid grupları (Marais ve ark, 2006).

Flavonoidlerin karakteristik karbon iskeletlerindeki C6 kısımları aromatik halkalar olup genellikle çeşitli atomlar taşımaktadır. Flavonoid'in özel tipini C3 karbon zincirinin yapısal özellikleri ve oksitlenme düzeyi belirlemektedir (Altan, 1983a).

Flavonoidler; fenolik asitler (hidroksibenzoik asitler ve hidroksisinamik asitler) ve stilbenler gibi basit yapılu moleküllerin yanında, stilben oligomerleri, taninler ve ligninler gibi oldukça kompleks yapıda molekülleri de içermektedirler (Cheynier, 2005). 12 tane alt sınıfı da kapsayan bilinen 5000 den fazla flavonoid vardır (Merken ve Beecher, 2000).

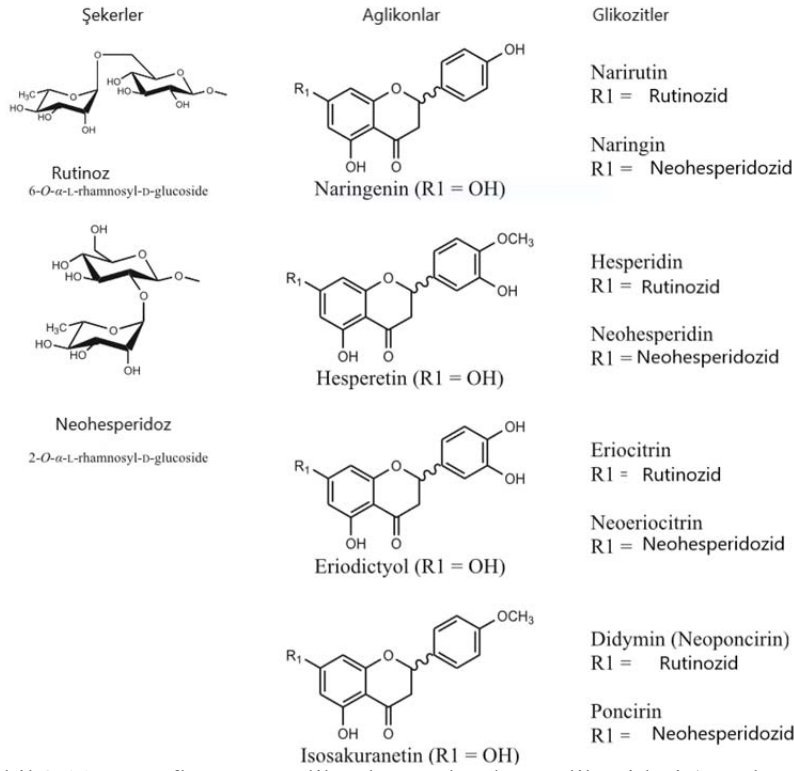
Flavonoidler genellikle aynı kimyasal yapıyı paylaşırlar. Bu kimyasal yapı; bir püran halkası (C) tarafından bağlanan iki aromatik halkayı (A ve B) içeren bir flavan nükleustan oluşmaktadır. B halkasının C halkasına bağlantı yerindeki farklılıklar, flavonoidleri (2-fenilbenzopüranlar), izoflavonoidleri (3-fenilbenzopüranlar) ve neoflavonoidleri (4-fenilbenzopüranlar) ayırt etmeyi mümkün kılmaktadır. Flavonlar, flavanonlardan C2-C3 çift bağ ile ayrılmaktadırlar (Marais ve ark, 2006).

Flavanonlar, diğer tüm flavonoid sınıfları için öncü konumda olduğundan, flavonoidlerin biyosentezinde köşe taşı olarak tanımlanabilmektedir (Martens ve Mithöfer, 2005; Schijlen ve ark, 2004).

Flavonoidlerin günlük alım miktarları 20 mg -1 g arasında değişmektedir (Hertog ve ark, 1993). Özellikle kateşin ve kateşin-gallat esterleri gibi flavanoller ve flavonol keursetin; yeşil çay, siyah çay (Stagg, 1975) ve kırmızı şarap (Frankel, 1975) gibi içeceklerde bulunmaktadır. Kuersetin soğan, elma ve dutsu meyvelerde oldukça baskın bir bileşiktir. Naringin gibi flavanonlar de turunçgillerde bulunan temel bileşiklerdendir (Croft, 1998).

Turunçgil türlerinde bulunan flavonoidler; flavon, flavonol, flavanon ve antosiyaninlerdir. Turunçgillerde en fazla bulunan flavonoidler; tangeritin ve nobiletin gibi başka hiçbir meyvede bulunmayan flavonlardır. Turunçgil meyvelerinde bulunan diğer flavonoidler çoğunlukla glikozit biçimindedirler. Glikozidik yapıyı oluşturan şekerler genellikle ramnoz ve glikozdur (Altan, 1983a). Doğada bugüne kadar 350 flavanon aglikon ve 100 flavanon glikozidi tanımlanabilmiştir (Iwashina, 2000). Flavanon glikozitleri çoğunlukla 7. pozisyondan bağlı rutinozitler (6-O- α -L-ramnosil-D-glukozitler) ve neohesperidozlar (2-O- α -L-ramnosil-D-glukozitler)'dır (Belajová ve ark, 2004; Proteggente ve ark, 2003; Cemeroğlu ve ark, 2004). Naringin, hesperidin, eriyodiktiol ve izosakuranetin en yaygın flavanon aglikoları olup, glikozitlere göre daha az miktarlarda bulunmaktadır (Klimczak ve ark, 2007).

Turunçgillerde öne çıkan flavanon glikozitler; hesperidin, narinjin, narirutin, didimin ve ponsirin'dir (Mouly ve ark, 1998). Flavanon glikozitler acılıktan sorumlu madde gruplarından biridir (Hsu ve ark, 1998; Singh ve ark, 2003). Glikozitlerin çeşidine göre bazı flavonoidler acılık oluşumundan sorumluyken bazıları acı değildir. Altıntop ve portakalda acılıktan sorumlu olan flavanoidler; narinjin, neohesperidin ve neoeriositrin gibi neohesperidoz flavanonlar (rhamnosyl-a-1,2 glucose) 'dır. Bunun yanında hesperidin, narirutin ve didimin gibi rutinozid flavanonlar tatsızdır (Horowitz 1986). Igual ve ark (2013) tarafından bazı yaygın flavanon aglikonları ve bunların ayrı ayrı glikozitleri Şekil 2.11'de gösterilmektedir.



Şekil 2.11. Bazı flavanon aglikonları ve bunların glikozitleri (Igual ve ark, 2013)

Flavanonlara bağlanan rutinoz olduğu zaman tatsız bileşik oluştururken, neohesperidoz olduğu zaman acı bileşik oluşumuna neden olmaktadır. Şekil 2.12’de bazı flavanon glikozitlerin tatlarıyla ilgili bilgi verilmektedir (Stinco ve ark, 2013).

Flavanon-o-glikozit

Bileşik adı	R ₁	R ₂	R ₃	Tat
Didymin	O-Ru ^a	H	OMe	tatsız
Hesperidin	O-Ru ^a	OH	OMe	tatsız
Narirutin	O-Ru ^a	H	OH	tatsız
Narinjin	O-Nh ^b	H	OH	acı
Neohesperidin	O-Nh ^b	OH	OMe	acı
Neohesperidin	O-Nh ^b	OH	OH	acı

^a O- Rutinoz ; ^b O- Neohesperidoz

Şekil 2.12. Bazı flavanon-o-glikozitlerin kimyasal yapısı ve tatları (Stinco ve ark, 2013)

Narinjenin (5,7,4'-trihidroksiflavanon) turunçgillerde yüksek konsantrasyonlarda bulunan bir flavonoiddir. Turunçgillerin yanında az miktarda domates ve ürünlerinde de narinjenin bulunmaktadır (Erlund, 2004). Narinjenin turunçgillerde aglikon ve/veya glikozit formda bulunmaktadır. Narinjin (narinjenin-7-neohesperidoz) ve narirutin bol miktarda bulunan narinjenin glikozitleridir. Narinin acı bir tada sahip olup, altıntop ve turunç meyvelerinde ana flavonoiddir (Igual ve ark, 2013). Tatlı portakal, tangelo, limon ve lime gibi diğer turunçgil çeşitleri az miktarlarda narinjin içermektedir (Peterson ve ark, 2006).

Narinjin 15 karbonlu bir flavonoid'dir. 7. karbon atomuna, bir disakkarit bağlıdır. Bu disakkarit bir glukoz molekülünün, C-2 pozisyonuna neohesperidoz bağlanmasıyla oluşmuştur. Bu özellikleriyle narinjinin bir flavanon glikozit olduğu görülmektedir (Cemeroğlu, 2013).

Altıntoplarda narinjin, daha çok albedo, eksen ve dilim zarlarında bulunur (Cemeroğlu, 2013). Narinjin seviyesi altıntopun hangi mevsimde olduğuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu değer erken dönem altıntoplarda yaklaşık 600 ppm olup, geç dönemde bazı çeşitlerde 100 mg/L'nin altına düşmektedir (Hasegawa ve ark, 1996). Ekstraksiyon koşullarına ve meyve çeşidine göre ticari altıntop sularında 72-419 mg/L düzeyinde narinjin bulunmaktadır (Rouseff ve ark, 1987). Çoğu turunçgil meyvelerinde acılıktan başlıca sorumlu madde olan narinjin yaklaşık 30 µg/mL algı eşiğine sahiptir (Puri ve Banerjee, 2000).

Temel narinjenin glikozitlerinden bir diğeri olan narirutin (narinjenin-7-rutinozit) altıntop meyvelerinde narinjinden daha fazla miktarlarda bulunmaktadır. Narirutin ayrıca, tatlı portakal, tangor, tangerin ve tangelo çeşitlerinde önemli miktarlarda tespit edilmiştir. Bu meyvelerin işlenmesi, flavanon bağlarının salınması ve/veya bu ısıya duyarlı bileşiklerin bozulmasından kaynaklı olarak narinjenin içeriğini önemli ölçüde etkilemektedir (Peterson ve ark, 2006a).

Igual ve ark (2013) tarafından yapılan bir çalışmada meyvenin işlenmesinin altıntop meyvesi ve bundan elde edilen reçelde çeşitli flavonoidlerin içeriklerine etkileri açıkça gözlenmektedir. Yapılan çalışmada, reçel üretiminde ozmotik kurutma, mikrodalga enerjisi ve konvansiyonel ısıtma teknikleri kullanılmış, işlemlerin ardından flavonoid içerikleri incelenmiştir. Ozmotik kurutma yapılmış meyve reçelinde, narinjin (NAR) içeriği sabit kalırken; narirutin (NAT), ponsirin (PON), narinjenin (NAG) ve kuersetin (QUER) içerikleri önemli ölçüde azalmıştır. Isıl işlem (mikrodalga enerjisi ve konvansiyonel) uygulanarak üretilen reçellerde, ozmotik kurutma ile yapılanlara göre oldukça düşük NAG ve QUER değerleri gözlemlenmiştir. En yüksek miktarlarda narinjin, hesperidin, neohesperidin, didimin, kuersetin, ponsirin ve analiz edilen toplam flavonoidler, herhangi bir ısıl işleme maruz bırakılmadan ozmotik kurutma ile üretilen reçellerde 3 aylık depolama sonunda elde edilmiştir. Reçel üretiminde uygulanan çeşitli işlemlerin bu maddelerin miktarlarına etkisi Çizelge 2.6'da gösterilmektedir (Igual ve ark, 2013).

Rouseff ve ark (1987), 52 turunçgil çeşidinden elde ettikleri meyve sularında narirutin, hesperidin, narinjin ve neohesperidin konsantrasyonlarını HPLC ile tespit etmişlerdir. Narinjin ve neohesperidin tatlı portakallarda (*C. sinensis*) bulunmadığını fakat ekşi portakallarda (*C. aurantium*) değişen oranlarda (150-350 mg/L ve 100-200 mg/L) bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Turunçgillerin karakteristik bileşenleri arasında olan ve bu meyvelerde önemli miktarlarda bulunan flavonoidler arasından narinjenin, antimitojen ve antioksidan özellik göstermekte, hesperidin ise damar geçirgenliği üzerinde etkili olmaktadır (Ortuno ve ark, 1997).

Meyve eti ve bazen de meyve kabuğunda antosiyanin kaynaklı kırmızı renk pigmentleri bulunan pigmentli (Moro, Tarocco ve Sanguinello) ve pigmentsiz (Ovale, Valencia ve Navel) portakal çeşitlerinden (*Citrus sinensis* L. Osbeck) elde edilen taze Sicilya portakal sularında fenolik madde, askorbik asit içeriği ve antioksidan kapasitesi karşılaştırmasının yapıldığı bir çalışmada, bütün portakal sularının miktarsal olarak başlıca antioksidan bileşiğinin askorbik asit olduğunu rapor edilmiştir. Pigmentli çeşitlerin hesperidin içeriğinin (174–218 mg/L) pigmentsiz çeşitlerinkinden (52–122 mg/L) 2–3 kat daha yüksek olduğu, benzer şekilde narirutin düzeylerinin pigmentli çeşitlerde (14–18 mg/L) pigmentsiz çeşitlerinkinden (5–10 mg/L) yaklaşık 2–3 kat daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Hidroksisinamik asit içeriklerinin pigmentli portakallarda pigmentsiz çeşitlere kıyasla daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Askorbik asit içeriği açısından; pigmentli portakallar en yüksek değere sahipken, pigmentsiz Navel çeşidi portakal suyunun ise en düşük askorbik asit içeriğine sahip olduğu, çalışmadaki tüm çeşitler arasında en yüksek toplam askorbik asit içeriğine Moro çeşidinin sahip olduğunu rapor edilmiştir (Proteggente ve ark, 2003).

Farklı bölgelerden toplanmış çeşitli turunçgil meyveleri ve bunların çeşitli ürünlerinde yapılan flavanon glikozit konsantrasyonları Çizelge 2.7’de gösterilmektedir (Khan ve ark, 2014).

Çizelge 2.6. Taze altıntopta (TA), ozmotik kurutma uygulanmış altıntopta (OKA), konvansiyonel işlem uygulanmış reçelde (KR), mikrodalga enerjisi uygulanmış reçelde (MDR), ozmotik kurutma uygulanmış reçelde (OKR) ve karma işlem (OK+MDR) uygulanmış reçelde flavonoid miktarları (mg/100g taze meyve) (Igual ve ark, 2013).

Bileşik	TA	OKA	KR	MDR	OKR	OK+MDR
NAT	29,4(0,11) ^a	28,7(0,2) ^a	24,2(0,3) ^b	25,3(0,6) ^b	22,2(0,5) ^c	20,0(0,8) ^d
NAR	84(3) ^a	82(2) ^a	81(5) ^a	85(3) ^a	81(2) ^a	84(6) ^a
HES	2,40(0,06) ^a	1,98(0,09) ^b	2,09(0,05) ^b	2,24(0,04) ^a	1,76(0,05) ^c	1,72(0,07) ^c
NEOH	2,92(0,07) ^{ab}	2,94(0,2) ^a	3,13(0,05) ^a	3,09(0,09) ^a	2,6(0,2) ^c	2,64(0,07) ^{bc}
DID	1,42(0,03) ^a	1,5(0,2) ^a	0,95(0,03) ^c	1,10(0,02) ^{bc}	1,46(0,02) ^a	1,16(0,05) ^b
PON	1,921(0,01) ^a	2,06(0,12) ^a	0,47(0,02) ^b	0,47(0,09) ^b	0,52(0,02) ^b	0,60(0,03) ^b
NAG	8,3(0,2) ^a	8,5(0,4) ^a	3,49(0,04) ^d	3,55(0,04) ^d	6,8(0,4) ^b	4,9(0,5) ^c
QUER	11,4(0,2) ^a	11,34(0,03) ^a	0,70(0,02) ^d	0,50(0,04) ^d	8,6(0,8) ^b	3,1(0,2) ^c
Toplam flavonoid	141(3) ^a	139,4(0,8) ^{ab}	116(5) ^d	119(7) ^{cd}	129(4) ^{bc}	115(3) ^d

Aynı satırlarda aynı üst simgedeki harfler (^{a,b,c}) ANOVA ile elde edilmiş homojen grupları göstermektedir (p<0.05).

NAT: narirutin, NAR: narinjin, HES: hesperidin, NEOH: neohesperidin, DID: didimin, PON: ponsirin, NAG: narinjenin, QUER: kuersetin.

Çizelge 2.7. Farklı bölgelerden elde edilen çeşitli turuncgil ve ürünlerinin flavanon glikozit içerikleri (Khan ve ark, 2014).

Analiz edilen çeşit	Flavanon içeriği (mg aglikon/100g meyve suyu veya yenabilir meyve (çekirdeksiz, kabuksuz))								Referans
	Narirutin	Narinjin	Hesperidin	Neohesperidin	Eriofitrin	Neofloritrin	Didimin	Ponsirin	
Altıntop (C.paradisi)	29,4	84	2,4	2,92	-	-	1,42	1,92	Peterson ve ark, 2006; Igual ve ark, 2013
Altıntop suyu ^b	76	230	9,3	12,1	4,1	3,2	3,0	12,6	Gattuso ve ark, 2007
Altıntop reçeli	20	84	1,72	2,64	-	-	1,16	0,6	Igual ve ark, 2013
Kırmızı ve pembe altıntop	3,34	13,87	0,27	0,42	-	-	-	-	Peterson ve ark, 2006b
Beyaz altıntop	5,36	16,90	3,95	0,25	0,16	0,05	0,09	0,20	Peterson ve ark, 2006b
Limon (C.limon)	0,80	0,18	15,78	-	9,46	-	0,17	-	Peterson ve ark, 2006b; Gonzalez-Molina ve ark, 2010
Limon suyu ^b	3,8	-	205	14,5	167	-	-	-	Gattuso ve ark, 2007
Limon suyu ^b - Akdeniz (C.limetta Risso)	-	-	4,29	-	2,1	-	-	-	Berreca ve ark, 2011
Lime (C.latifolia)	0,23	-	15,64	-	1,38	0,04	-	-	Peterson ve ark, 2006b
Lime suyu- Meksikan	-	-	386	-	-	-	44,14	-	Patil ve ark, 2009
Mandalina (C.reticulata)	2,70	-	19,26	-	0,02	-	1,11	-	Peterson ve ark, 2006a
Mandalina suyu ^b	39,2	-	243	-	3,1	0,5	14,4	-	DhuiQue-Mayer ve ark, 2005; Gattuso ve ark, 2007
Mandalina suyu ^f - ham	43,9	-	267	-	-	-	-	-	Ye ve ark, 2011
Shekwasha (C.depressa) mandalinası kabuk ^a	39,18	11,88	467,31	5,16	-	-	-	-	Asikin ve ark, 2012
Turunç (C.aurantium)	0,08	18,83	0,00	11,09	0,53	14,01	2,89	-	Peterson ve ark, 2006a
Turunç suyu ^b	-	19,7	-	8,7	-	7,7	-	7,3	Gattuso ve ark, 2007
Valensia (C.sinensis)- Kıbrıs ^d	787	13	6024	-	-	-	-	-	Goulos ve Manganaris, 2012
Valensia-Morityus ^e	16,77	-	19,93	-	-	1,07	2,7	0,12	Ramful ve ark, 2011

Çizelge 2.7. devamı

Valensia	2,33	0,17	15,25	-	0,28	0,04	0,45	-	Peterson ve ark, 2006a
Valensia suyu ^b	51,4	-	257	-	-	-	18,9	3,1	Dhuique-Mayer ve ark, 2005; Gattuso ve ark, 2007
Navel suyu ^b -fermente	413	-	311	-	-	-	60,9	-	Escudero-Lopez ve ark, 2013

^a mg/100g taze flavedo ağırlığı^b mg/L^c µg/g^d µg/g kuru madde^e mg/g taze ağırlık^f mg/g kuru ağırlık

Çeşitli turunçgillerde daha birçok acılık veren bileşik bulunmaktadır. Endüstride işlenen meyvelerde bunlar ya çok düşük düzeydedir ve önemsizdir veya hiç bulunmamaktadır. Bunlardan birisi neohesperidin'dir. Altıntoplarda hamken meyvede taze ağırlık üzerinden 100 g'da 274 mg kadar neohesperidin bulunduğu halde, olgunlaşmayla gittikçe azalarak 17 mg'a kadar indiği saptanmıştır (Ortuno ve ark, 1995).

Dhuique-Mayer ve ark (2005) tarafından Akdeniz turunçgil çeşitlerine (Salustiana, Hamlin, Shamouti, Pera, Valensiya, Maltaise, Sanguinelli ve Caracara) ait portakal suları ile yapılan bir çalışmada, hesperidin miktarı 397–552 mg/L, narirutin miktarı 51,4-98,4 mg/L aralığında tespit edilmiştir.

Mouly ve ark (1998) tarafından, turunçgil türlerinde yaygın olarak bulunan iki flavonoid bileşik grubu olan flavanon glikozitlerin (FG) ve polimetoksillenmiş flavonların (PMF) sıvı kromatografik yöntemlerle ayrımının incelendiği bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada altı çeşit FG (narirutin, narinjin, hesperidin, neohesperidin, didimin, ponsirin) ve altı çeşit PMF (sinensetin, heksametoksiflavon, nobiletin, skutellareyin, heptametoksiflavon ve tangeretin) ölçümü yapılmıştır. Flavanon glikozitlerin (FG) turunçgil çeşitleri ve türlerini ayırt etmek için yaygın olarak kullanıldığını bildirmişlerdir. Bu amaçla, turunçgil

suyunun polifenolik profilini tanımlamak için kullanılan bu tekniği, greyfurt ve portakal sularında flavonoid bileşiklerin belirlenmesine uygulamışlardır.

2.4. Turunçgillerde Acılığın Giderilmesi

Yüksek seviyelerdeki acılık, tüketici kabul edilebilirliğini azalttığı için, erken ve orta dönemde hasat edilen meyvelerden yapılan portakal sularında acılık giderme işlemi kaçınılmaz bir hale gelmektedir (Stinco ve ark, 2013). Bugüne değin acılığı gidermek ya da azaltmak veya acılık maddelerinin oluşumunu önlemek için çeşitli yöntemler uygulanmıştır. Bunlardan bazıları; enzimlerle biyoparçalama (Canovas ve ark, 1998; Prakash ve ark, 2002; Sekeroglu ve ark, 2006), acılık maskeleyici madde ilavesi (Mongkolkul ve ark, 2006; Binello ve ark, 2008), film/ultra filtrasyon (Hernandez ve ark, 1992; Tallarico ve ark, 1998) ve belli adsorbanlarla adsorpsiyondur (Shaw ve Buslig, 1986; Kimball ve Norman, 1990; Manlan ve ark, 1990; Matthews ve ark, 1990; Couture ve Rouseff, 1992; Ribeiro ve ark, 2002).

Lee ve Kim (2003), altıntop suyu konsantresinde (64,2 Briks) acılığın gidermek için XAD-16 sentetik reçinesi kullanmış, naringin temelli acılığın %78'inin giderildiğini rapor etmişlerdir. Ribeiro ve ark (2002), Navel portakal suyunda limonin ve naringin acılığının uzaklaştırılmasında, gözenekli polimer adsorbentler olan XAD-4, XAD-7 ve XAD-16 Amberlite sentetik reçinelerini kıyaslamış, XAD-7 reçinesinin en yüksek adsorbsiyon etkisini gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca tüm reçinelerin, naringin ve limonin arasından öncelikle limonini adsorbe ettiği rapor edilmiştir (Ribeiro ve ark, 2002). Navel portakal suyunda limonin acılığını gidermek için yapılan bir başka çalışmada, XAD-18, XAD-16N ve XAD-1600 reçineleri kullanılmış ve en yüksek limonin adsorbsiyon verimi XAD-16N ve onu takiben XAD- 18 ile olduğu gözlemlenmiştir (Vieira ve ark, 2009). Duolite S-861 (Puri, 1985), Indion NPA-1 (Singh ve ark, 2009) ve LX-900 (Bao ve ark, 2015) gibi diğer reçineler de kullanılarak turunçgil suyunda acılık giderme üzerine çalışmalar yapmışlardır.

Couture ve Ruseff (1992) yaptıkları çalışmada, Seville, Bigaradier, Sour ve Bittersweet gibi dört çeşit ekşi portakal suyunda acılık ve asitlik giderme üzerine çalışmış, bu çalışmada nötr (XAD-16) ve zayıf bazik anyon değiştirici reçineleri (IRA-93) kullanmışlardır. Çalışmanın sonunda IRA-93 reçinesi ile asitliğin ortalama % 57-87, narinjin konsantrasyonunun yüksek asitli meyve suyunda ortalama % 50-66, düşük asitli meyve suyunda ise % 89 azaldığını rapor etmişlerdir. Aynı çalışmada limoninin IRA-93 reçinesi ile % 24-30'unun, XAD-16 reçinesi ile de % 100'ünün giderildiği belirtilmiştir.

Bir başka çalışmada altıntop sularında acılık ve asitlik gidermede Amberlite XAD-7 ve Deacidite-FFIP reçineleri kullanılmış; Amberlite XAD-7 reçinesinin narinjinin % 63'ünü, limoninin % 85'ini ve titrasyon asitliğinin % 3'ünü; Deacidite-FFIP narinjinin % 20'sini, limoninin % 8'ini ve titrasyon asitliğinin % 23'ünü giderdiği belirtilmiştir (Johnson ve Chandler, 1982).

Kola (2005), Washington navel portakal sularındaki limonin acılığının giderilmesi için Amberlite XAD-16HP ve Dowex Optipore L285 adsorbent reçinelerini kullandığı çalışmasında limonin acılığının, Amberlite XAD-16HP ile %97-100, Dowex Optipore L285 ile %95-99 oranında azaldığını tespit etmiştir.

Gıdaların raf ömrünü artırmak amacıyla besin öğelerindeki parçalanmayı durdurmak veya yavaşlatmak için atmosfer bileşenlerini değiştirme esasına dayalı yöntemler de uygulanmaktadır (Erdoğan ve Acar, 1996). Bu yöntemlerden olan Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) ve hava geçirmez kapama yöntemleri, gıdaların raf ömrünü uzatmada büyük etki göstermekte, soğutma/dondurmaya bir alternatif oluşturmaktadır. Meyveler plastik bir filmle kaplandığında, solunumdan (CO_2 üretimi, O_2 tüketimi) ve terlemeden (su buharı doymuş atmosfere sebep olur) dolayı modifiye bir atmosfer oluşturulur. Eğer meyve çevresiyle bir dengede bulunmakta ise, her iki yönde de gaz alışveriş hızı aynı olur. MAP aynı zamanda meyvedeki solunum gazlarının konsantrasyonlarını değiştirir. Kullanılan filmin kalınlığı ve türü, meyvenin çeşidi, ağırlığı, olgunluğu, çevre sıcaklığı ve mikrobiyal bulaşma etkisi modifiye atmosferi etkileyen parametrelerdir. Belli bir turuncgil

meyvesi için çeşitli faktörlerin optimizasyonu ile kalite kaybı olmadan raf ömrü uzatılabilmektedir. Çoğu plastik filmler petrol yan ürünlerinden yapılmakta olup, biyo-çözünür filmler de geliştirilmekte ve bu alanda daha büyük etkiler vaat etmektedir (Ladaniya, 2008).

Atmosferde yer alan CO₂, N₂ ve O₂ gazları ile farklı gıda dayandırma uygulamaları yapılmaktadır. Bu gazlardan kısaca bahsedecek olursak;

Azot (N₂): İnert bir gaz olup, sudaki çözünürlüğü oldukça düşüktür. Mikroorganizmalarla veya gıda ürünleriyle direkt interaksiyona girmez. MAP'te N₂'nin birincil fonksiyonu O₂ ve CO₂ gibi reaktif gazlarla yer değiştirmesidir. Azotun gaz paketlemede iki önemli rolü vardır. Bunlar; oksijenin yerini alarak oksidatif reaksiyonları ve oksidatif reaksiyon sonucu ransit tat-koku oluşumunun engellemek ve inert bir dolgu olarak hareket ederek esnek paketlerde vakum oluşumunu engellemektir (Erdoğan ve Acar, 1996).

Pumelo meyve suyu ve kabuk kısmı soyulmuş meyvede bulunan acılık maddelerinin azaltılmasına etilen gazının etkisini belirlemek için, örnekler farklı konsantrasyonlarda etilen gazında farklı sürelerde tutulmuştur. Etilen uygulamasının ardından pumelo meyve suyundaki limonin, nomilin, eriocitrin ve neoeriocitrin miktarında önemli bir değişiklik gözlenmezken, naringin miktarında çok az bir azalma olmuştur. Flavedo ve albedosu soyulmuş tüm meyvede uygulama sonunda ise limonin miktarında azalma olduğu belirtilmiştir (Pichaiyongvongdee ve Haruenkit, 2011).

Maier ve ark (1973), portakalların 3 saat boyunca 20 mg/L etilenle muamelesinin limonin miktarını etilen uygulanmamış örneklerle göre %38 azalttığını belirtmiştir (Maier ve ark, 1973). Maier ve ark (1971) yaptıkları bir diğer çalışmada, meyve olgunlaşmasının ilk safhalarında bu acılık probleminin çözülebileceğini ileri sürerek, Washington meyvelerini etilenle muamele etmişlerdir. Washington portakalları, içinde 20 mg/L etilen içeren nemli hava geçirilen 21°C sıcaklıktaki bir dolapta 3 saat tutulduktan sonra etilen içermeyen nemli hava geçirilen bir başka dolaba alınarak orada 5 gün bekletilmiştir. İşlemlerden sonra bu meyvelerden elde edilen meyve suyunun limonin içeriği (8,2

mg/L) incelenmiş, işlem görmemiş suyun limonin içerinden (12,1 mg/L) %32 daha az, 5 gün etilen uygulanan örneklerin limonin içerikleriyle aynı olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, etilen uygulaması ile Washington portakal sularında limonin konsantrasyonunun ve acılığın azaltılabileceği, fakat erken dönem meyvelerinde bütünüyle yok edilemeyeceği görülmektedir (Maier ve ark, 1971).

Başka bir çalışmada misket limonuna 3 saat boyunca 20 mg/L etilen gazı uygulanmış, limoninin %56,59 azaldığı rapor edilmiştir (Pichaiyongvongdee ve Haruenkit, 2001).

CO₂: Yaşayan canlıların solunumu sonucu atmosferde iz miktarda bulunan CO₂ bakteriyostatik ve fungustatik özellikleri nedeniyle modifiye atmosfer paketlenmede kullanılan önemli bir gazdır. Küf ve aerobik bakteriler gibi mikroorganizmaların gelişmesini geciktiren veya önleyen bir gazdır (Erdoğan ve Acar, 1996). Yoğun faz CO₂ (DPCD-Dense Phase CO₂ technology) teknolojisi de CO₂ gazının kullanıldığı bir başka yöntemdir. İlkesi, 50 MPa'dan daha düşük basınçlar altında CO₂ yardımıyla mikroorganizmaların ve enzimlerin inaktivasyonuna dayanmaktadır. Yoğun faz CO₂ teknolojisi ayrıca, yüksek basınç karbondioksit (HPCD) uygulaması veya basınçlı karbon dioksit uygulaması olarak da anılmaktadır. Uygulamada ısıdan yararlanılmadığından, gıdanın fiziksel, besinsel ve duyuşsal nitelikleri tazesindeki düzeyde korunabilmektedir. CO₂ birçok gıdanın doğal bir bileşimi olan, toksik ve parlama özelliği bulunmayan, gas statüsünde ucuz bir gazdır (Damar ve Balaban, 2006).

DPCD teknolojisi daha çok, sıvı materyallere özellikle meyve sularına uygulanmaya çalışılmaktadır. Örneğin ısıya çok duyarlı olduğu için, bu yeni teknoloji ile pastörize edilmesinin uygun olduğu düşünülen portakal suyuna uygulaması ve sonuçları şu şekilde gelişmektedir. Portakal suyu basınç altındaki CO₂ veya süper kritik CO₂ ile muamele edilmekte ve bu sırada uygulanan basınçla bağlı olarak portakal suyunda fazla miktarda CO₂ çözünmesi sağlanmakta, bunun sonunda pH derecesi düşürmektedir. Bunu izleyerek basınç kaldırılırken, yani atmosferik basınçla geri dönülürken, çözünmüş CO₂ meyve suyundan ayrılmakta ve portakal suyunun pH derecesi orijinal değerine dönmektedir (Kıncal ve ark, 2006).

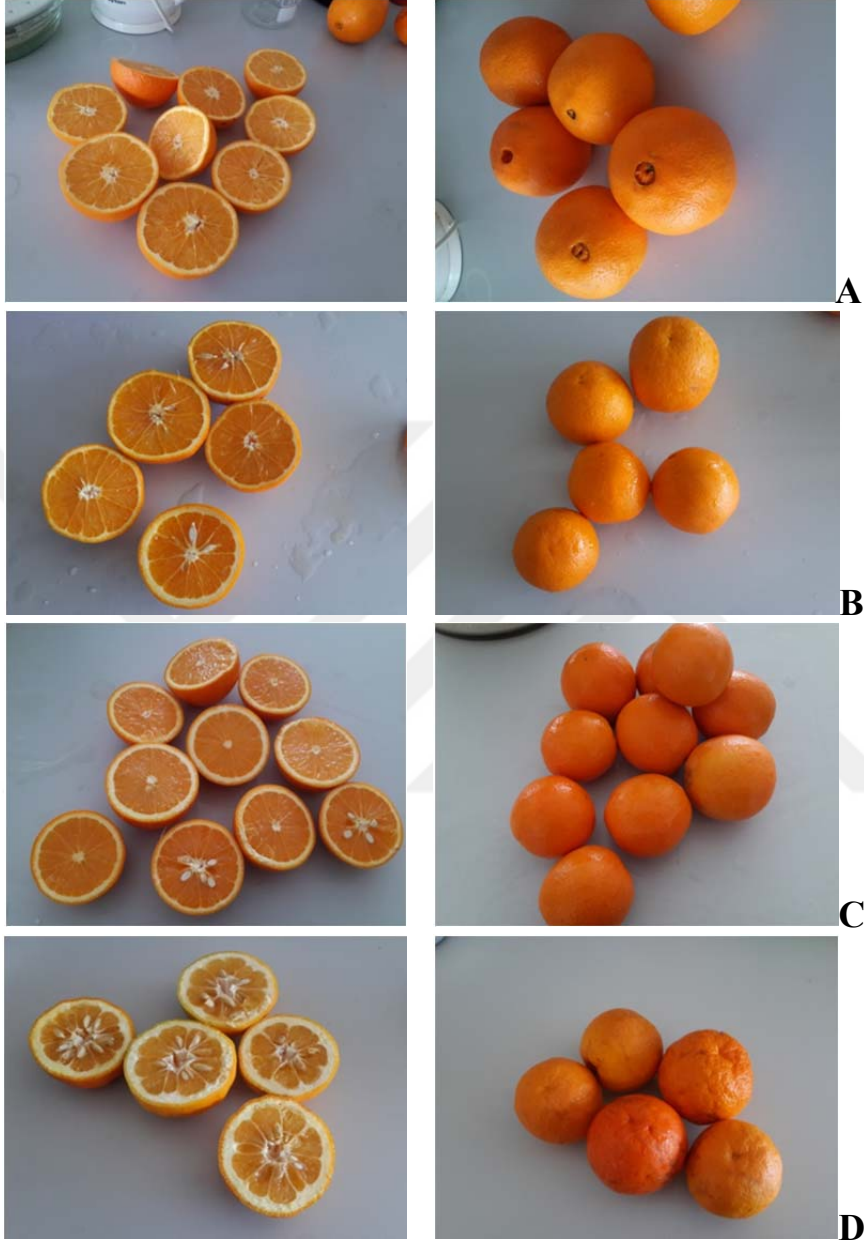
İşte; sıvı ortamda CO₂'in aşırı miktarda çözünüp bu koşullarda bir süre bekletilmesi ve sonra ortamdan uzaklaşması sürecinde, mikroorganizmalar ve enzimlerde belli düzeyde inaktivasyon gerçekleşmektedir. Mikroorganizmaların aktivasyonunun nasıl gerçekleştiği tam olarak belli değilse de bunu açıklayıcı bazı mekanizmalar ileri sürülmektedir. Bunlardan başlıcalarına aşağıda kısaca değinilmiştir (Damar ve Balaban, 2006).

CO₂'in söz konusu etkisi; öncelikle pH derecesini düşürmesiyle ilgilidir. Gerçekten CO₂ sulu ortamda çözününce önce karbonik asit oluşur. Karbonik asit daha sonra dissosiyeye olarak, bikarbonat, karbonat ve ortam pH'sının düşmesine neden olan H⁺ iyonları oluşur. DPCD uygulamasıyla portakal suyunda pH ancak 3,1'e kadar düşürülebilmekte olduğu saptanmıştır (Damar ve Balaban, 2006). Ortamda bulunan asit ve tuzlar, DPCD'in pH'yı düşürme etkisini sınırlandırmaktadır. Sıcaklık, CO₂'in çözünürlüğünü etkilediğinden pH derecesinin değiştirme etkinliği de aynı yönde değişmektedir. DPCD uygulamasıyla, termal inaktivasyonun etkili olmadığı düzeydeki sıcaklıklarda bazı enzimlerin inaktive edilebildiği görülmektedir (Balaban ve ark, 1991). Bu enzimler arasında pektin esterase, polifenol oksidaz, lipoksigenaz ve peroksidaz yer almaktadır. Karbondioksit uygulaması sırasında enzimlerin inaktivasyonunda CO₂'in pH düşürme etkisi, enzimde konformasyon değişikliğine neden olması ve moleküler CO₂'in enzim aktivitesini inhibe etmesi gibi faktörler rol almaktadır (Damar ve Balaban, 2006).

Kıncal ve ark (2006) tarafından Valensia portakal suları ile yapılan bir çalışmada, HPCD (yüksek basınçlı karbondioksit) işlemiyle, farklı basınç değerlerindeki (sırasıyla 38 MPa, 72 MPa ve 108 MPa) uygulamalar sonucunda PE (pektin esterase) enzim aktivitelerinde %10, %10 ve %25 oranlarında azalmalar tespit edilmiş olsa da, PE aktivitesinin tamamen inaktive edilemediği, bulanıklığın ise %446-846 arasında arttığı belirtilmiştir (Kıncal ve ark, 2006). Diğer taraftan portakal sularına sürekli bir HPCD sisteminde bu teknolojinin uygulanmasıyla bazı patojenlerde 5 log düzeyinde bir azalma sağlanırken, portakal suyunun kimyasal ve duyuşsal niteliklerinin, işlem görmemiş taze portakal suyu düzeyinde olduğu saptanmıştır (Kıncal ve ark, 2005).

3. MATERYAL VE METOT**3.1. Materyal**

Materyal olarak Çukurova Üniversitesi arazisinden (37,05° enlem ve 35,36° boylam, 127m rakım) toplanan Washington Navel, Valencia portakal çeşitleri ve turunç ile Kozan ilçesinden toplanan Kozan Yerli portakal çeşidi (37,45° enlem ve 35,82° boylam, 110m rakım) kullanılmıştır (Şekil 3.1). Bu çeşitlerin seçilme sebepleri; Valencia çeşidinin meyve suyu endüstrisinde yoğun olarak kullanılması (acılığının az olması), Washington Navel çeşidinin sofralık çeşit olup, gecikmiş acılık nedeniyle endüstride kullanımının az olması ve yerli çeşit olan Kozan Yerli çeşidinin meyve suyu sanayinde kullanımının uygunluğunun araştırılması ve son olarak duyuşal özelliklerinden ötürü turunç meyve suyu üretiminde kullanılmamakta olup biyoaktif bileşenler bakımından oldukça zengin bir kaynaktır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen uygulamalarla turunç suyundaki acılık değişiminin ortaya konulmak istenmesi turuncun seçilmesinin en önemli sebebidir. Çalışma materyelleri olgunluk döneminde hasat edildikten sonra soğuk hava deposunda (+4 °C) üretim yapılmaya kadar tutulmuştur.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan turuncgil çeşitleri Washington Navel (A), Valencia (B), Kozan yerli (C) ve Turunç (D).

3.2. Metot

3.2.1. Uygulanan Teknolojik İşlemler

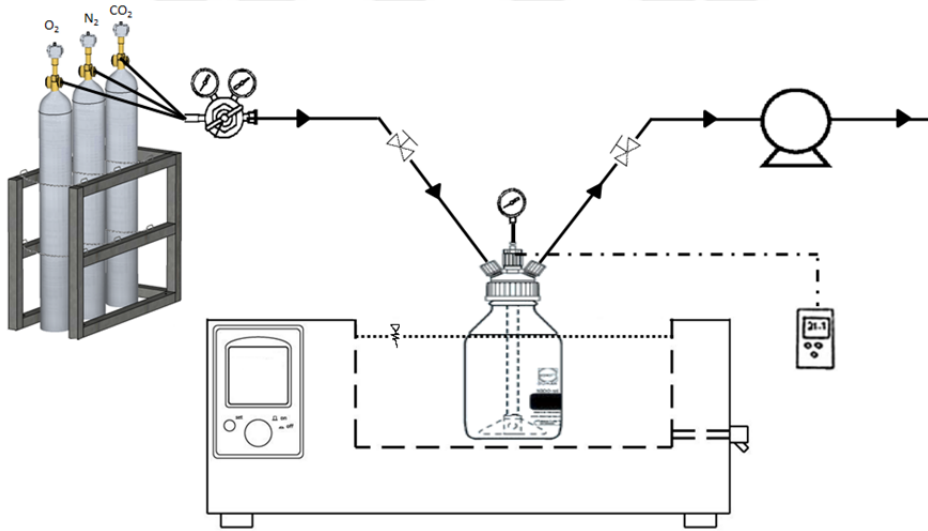
Yıkandıktan sonra yaay eksen boyunca ikiye bölünen turunçgiller el tipi portakal sıkacağında ekstrakte edilmiş (Şekil 3.2) ve elde edilen sular 1 mm paslanmaz çelik eleklerden geçirilip çekirdek ve kaba pulp parçalarından ayrılmıştır.



Şekil 3.2. Turunçgil sularının ekstraksiyonu

Turunçgil suları zaman kaybedilmeden kapalı bir sisteme aktarılarak (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4) araştırma konusu olan gazlarla (O_2 , CO_2 ve N_2) farklı sürelerde muamele edilmiştir. Bunun için sanayide turunçgillerin işlenmesi sırasında geçen toplam süreler, yani bir başka deyişle meyve suyunun ekstraksiyonu, pulperden (finişer) geçirme ve pastörizasyon aşamasına kadar geçen süreler dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda tatbik edilen süreler 0, 15, 30, 45 ve 60 dakika olarak belirlenmiştir. Turunçgil suları 250 mL'lik uygulama şişesine 100 mL turunçgil suyu aktarıldıktan sonra sistem hermetik olarak kapatılmış, ortamın gaz (N_2 , O_2 veya CO_2) konsantrasyonu $>99\%$ düzeyine erişmesi için vakum pompasıyla doldur-boşalt yöntemi gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen ön deneme çalışmalarında 3 kere

doldur boşalt işlemi yapıldığında istenen seviyede ortam atmosferinin modifiye edildiği tespit edilmiştir. Ortam basıncı başlangıç değeri olan ~ 1 -atm'de basınç regülatörü ile uygulama süresince sabit tutulmuştur. Uygulamalarda kullanılan sıcaklık sabit tutulmuştur (25°C). Ayrıca gazlarla muamele süresince turuncgil suyunun bulunduğu kapalı sistem belirli bir devirde (65d/d) karıştırılmıştır. Kontrol örneği ise herhangi bir gazla muamele edilmeden atmosferik koşullarda tutulmuş ve aynı analizler uygulanmıştır. Her uygulama süresi ve gaz için ayrı kontrol örneği kullanılmıştır. Çalışma 3 tekerrürlü yapılmıştır. Elde edilen portakal suyu örnekleri 100 mL'lik amber renkli şişelere doldurulmuş ve vakit kaybedilmeden öncelikle acılık bileşenlerinin analizleri yapılmıştır. Sonrasında ise diğer analizler için örnekler -65°C 'de dondurularak saklanmıştır.



Şekil 3.3. Turuncgil sularının farklı gazlar ile muamele edilmesi



Şekil 3.4. Farklı gazlarla muamelede kullanılan düzeneğin görseli

3.2.2 Uygulanan Analizler

3.2.2.1. Limonin ve Nomilin Tayini

Turunçgil suyu örneklerinde limonin ve nomilin bileşenleri, Bao ve ark (2015) tarafından uygulanan HPLC metoduna göre analiz edilmiştir. 5 mL örnek alınıp asetonitrilde çözündürülmüş ve hacmi 10 mL'ye aynı çözgenle tamamlanmıştır. 5000 devirde 5 dakika santrifüj (+4°C) işleminden geçirilmiştir. 0,45 µm organik membran filtreden geçirildikten sonra 10 µL alınıp, Photo Diyod Dedektör (PDA) ile donatılmış HPLC'ye enjekte edilmiştir. Analiz 25°C 'de gerçekleştirilmiştir.

Kromatografi koşulları;

Kolon: XTERRA RP 18,5 µM, 4,6X250

Kolon sıcaklığı: 25°C

Hareketli faz: Ultra saf su (A), Asetonitril ve Ultra saf su (A) karışımı (80/20, h/h)
(B), gradient akış

Hareketli faz akışı: 0,8 mL/dak

Enjeksiyon hacmi: 10 µL

Dalga Boyu: 210 nm

Çizelge 3.1. Limonoid bileşiklerinin analizi için mobil faz gradient programı

Süre (dakika)	(A)	(B)
	Ultra saf su (%100)	Asetonitril/A:80/20
0,01	95	5
5	95	5
30	50	50
45	40	60
50	40	60
50,01	95	5
55	95	5

Yukarıda açıklanan kromatografi koşullar uygulandığında elde edilen temsili kromatogram 210nm dalga boyunda EK-1 'de verilmiştir.

3.2.2.2. pH Tayini

Turunçgil suyu örneklerinde pH tayini cam elektrotlu WTW marka pH metre kullanılarak yapılmıştır (Cemeroğlu, 1992).

3.2.2.3. Titrasyon Asitliği Tayini

10 mL turunçgil suyu örneği pH metre kullanılarak 0,1 N NaOH ile pH 8,1'e kadar titre edilmiştir. Sonuçlar, taze ağırlığın her 100 gramı için sitrik asit cinsinden gram olarak hesaplanmıştır (Sánchez-Moreno ve ark, 2003).

3.2.2.4. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini

Turunçgil sularındaki çözünen kuru madde masa tipi Abberefraktometresi ile 20°C’ de ölçülmüştür. Sonuçlar °Briks olarak ifade edilmiştir (Cemeroğlu, 2013).

3.2.2.5. Renk Tayini

Turunçgil suyu örneklerinin rengi ColorFlexHunterLabrenk ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Renk ölçümü için 50 mL portakal suyu örneği 20 mm Glass Optical Cell LightPath küvetine aktarılıp HunterLab renk ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Bu sistemde 4 filtre kullanılarak L^* , a^* , b^* renk değerleri elde edilmiş, L^* , a^* , b^* değerleri 3 boyutlu koordinat sistemi ile verilmiş ve bu koordinat sisteminde L^* değeri dikey eksende parlaklıktan koyuluğa gidişi belirtirken $+a^*$ kırmızılığa, $-a^*$ yeşillığe, $+b^*$ sarılığa, $-b^*$ ise maviliğe gidişi göstermektedir. Bu ölçümlere ilave olarak C^* ($C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$) hue^* ($hue^* = \arctan b^*/a^*$) ve ΔE^* ($\Delta E^* = \sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2}$) değerleri hesaplanmıştır (Lee ve Castle, 2001).

3.2.2.6. Askorbik Asit Tayini

Turunçgil suyu örneğinden 5 mL alınarak test tüpüne aktarılıp üzerine 5 mL % 2,5 *m*-fosforik asit çözeltisi eklenmiştir. Karışım + 4°C’ de 6500 x g ‘de Kubota 7780 (Tokyo, Japonya) marka cihazda 10 dakika süre ile santrifüjlenmiştir. Santrifüj tüpündeki berrak kısımdan 0,5 mL alınıp, % 2,5’lik *m*-fosforik çözeltisi ile 5 mL’ ye tamamlanmıştır. Bu karışım 0,45 µm’ lik teflon filtreden filtre edilerek HPLC (Shimadzu, LC-20AT, Kyoto, Japonya, 2006) cihazına enjekte edilmiştir (Cemeroğlu, 2007). Kromatografi koşulları aşağıda verilmiştir.

Kromatografi koşulları;

Kolon: XTERRA C 18 5 µm 4,6X250

Kolon sıcaklığı: 25 °C

Hareketli faz: % 2 KH₂PO₄ (pH 2,4), izokratik akış

Hareketli faz akışı: 0,5 mL/dak

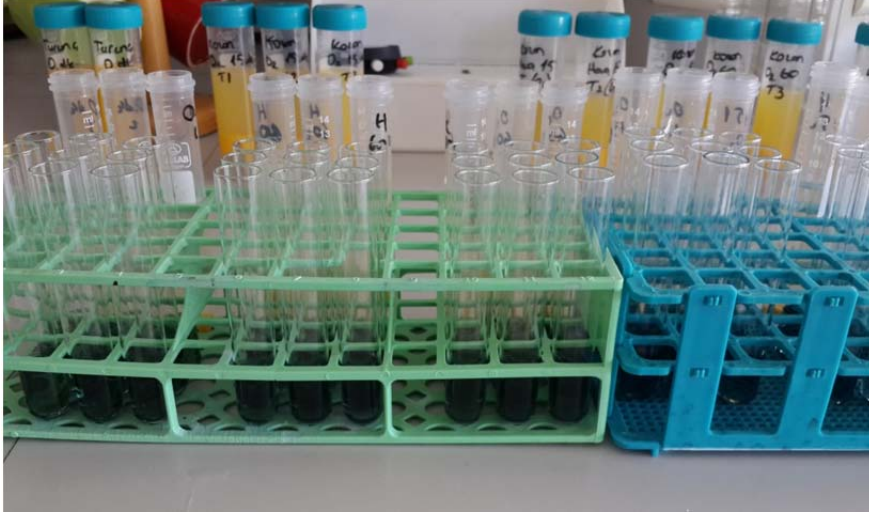
Enjeksiyon hacmi: 10 µL

Elüsyon Süresi: 15 dakika

Dalga Boyu: 244 nm

3.2.2.7. Toplam Fenolik Madde Tayini

5 mL turuncgil suyu örneği, 5 mL % 80 metanolle karıştırıldıktan sonra 4000 rpm’ de 20 dakika santrifüj edilmiştir. Berrak kısımdan 10 µL alınıp üzerine 100 µL Folin-Ciocalteu, 3000 µL saf su eklenip 10 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda çözelti üzerine 100 µL % 20’ lik Na₂CO₃ eklenip 2 saat karanlık bir ortamda bekletilmiş (Şekil 3.5) ve Perkin Emler Lambda 25 UV/VIS spektrofotometre’de (Massachusetts, USA, 2005) 765 nm dalga boyunda şahide karşı okunmuştur. Örneklerde ölçülen absorbens değerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarı, gallik asit ile hazırlanmış olan standart eğrinin denkleminde hesaplanmıştır. Örneklerdeki toplam fenolik madde miktarı "mg gallik asit/L" cinsinden ifade edilmiştir (Abdulkasım ve ark, 2007).



Şekil 3.5. Toplam fenolik madde analizi için hazırlanan örnekler

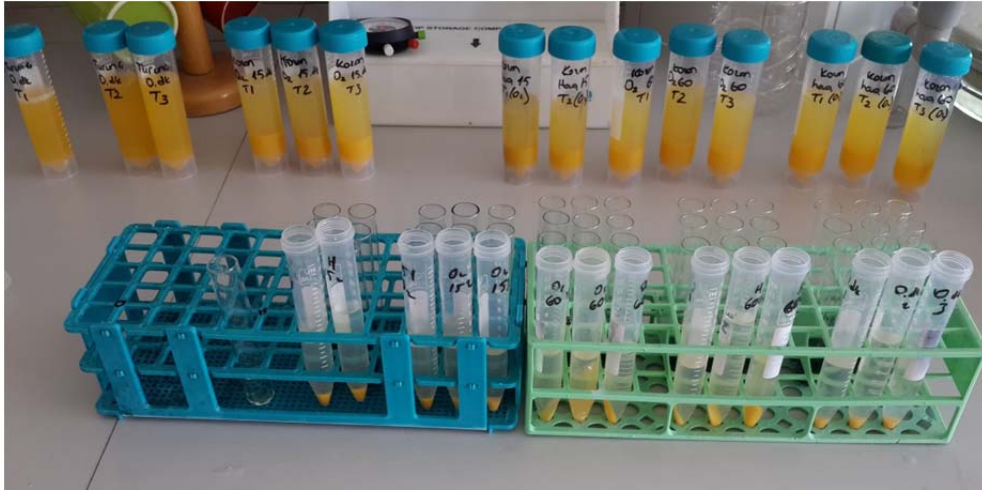
3.2.2.8. Toplam Karotenoid Analizi

Turunçgil sularının toplam karotenoid miktarları için Lee ve Castle (2001)'ın daha önce belirtmiş oldukları yöntem laboratuvarımız koşullarına uygun hale getirilerek kullanılmıştır. Bunun için 5 mL turunçgil suyu teflon bir tüpe aktarılarak üzerine 10 mL ekstraksiyon çözeltisi (hekzan:aseton:metanol/50:25:25, %0.1 BHT içerikli) ilave edilmiştir (Şekil 3.6). Bu işlemi takiben bir karıştırma işlemi uygulandıktan hemen sonra santrifüjleme işlemine (4000 rpm, 10 dk, 4°C) geçilmiştir. Santrifüjleme sonrası vakit kaybetmeden 450 nm'de absorbans ölçümü alınmıştır. Toplam karotenoid α -karoten cinsinden ifade edilmiş, hesaplamada ekstinksiyon katsayısı ($E^{1/2}$) 2505 olarak kabul edilmiştir.

$$\text{Toplamkarotenoid} \left(\frac{\text{mg}}{100 \text{ mL}} \right) = \frac{\text{Absorbans} * \text{SF} * 1000}{E^{1/2}}$$

SF: Seyreltme faktörü

$E^{1/2}$ = Ekstinksiyon katsayısı (2505)



Şekil 3.6. Toplam karotenoid analizi için hazırlanan örnekler

3.2.2.9. Fenolik Bileşenlerin Belirlenmesi

Fenolik madde analizi için, turuncgil suyu örneğinden 5 mL alınıp, 5 mL %80'lik metanol ile karıştırılmıştır. 10000 devir/dakikada 5 dakika santrifüjlenmiştir (Eppendorf Centrifuge 5810 Ramburg, Almanya). Santrifüjlenen örneklerden elde edilen berrak çözelti 20 µL' si 0.45 µm' lik teflon filtreden filtre edilerek HPLC (Shimadzu, LC-20AT, Kyoto, Japonya, 2006) cihazına enjekte edilmiştir. Kromatografi koşulları aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir (Ağçam ve ark, 2014).

Kromatografi koşulları;

Kolon: XTERRA RP 18 5 µM 4.6X250

Kolon sıcaklığı: 25 °C

Hareketli faz: % 5 formik asit (solvent A), Asetonitril ve solvent A karışımı (80/20, h/h) (solvent B), gradient akış

Hareketli faz akışı: 1 mL/dak

Dedektör: FotoDiyod Düzen Dedektör (PDA)

Enjeksiyon: 20 µL

Dalga Boyu: 280-320 nm

Elüsyon profili, Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Fenolik bileşen analizinin yürütücü faz oranları (Ağçam ve ark, 2014)

Süre(dakika)	Solvent A konsantrasyonu (%)	Solvent B konsantrasyonu (%)
0-5 dak	100	0
20	95	5
50	85	15
75	75	25
90	65	35
95	0	100
105	100	0

Yukarıda açıklanan kromotografi koşullar uygulandığında elde edilen temsili kromotogram 280 ve 320nm dalga boylarında EK-2 ve EK-3 'de verilmiştir.

3.2.2.10. İstatistiksel Değerlendirme

Analiz sonuçları, SPSS 20.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, önemli bulunan farklılıklar 0,05 önem düzeyinde Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir.





4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA**4.1.Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere aitturuncgil sularının PH değerleri üzerine etkisi**

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turuncgil sularının pH değerlerindeki değişimler Şekil 4.1 ve 4.2' de verilmiştir.

Washington Navel portakal sularının O₂ gazı doyurulmuş ortamda 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikada tutulması yanında bu işlemle paralel olarak yürütülen normal atmosferik ortamda (H) tutulan kontrol örneklerinin pH değerleri sırasıyla 3,75, 3,78, 3,72, 3,82 ve 3,81'dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası pH değerleri sırasıyla 3,75, 3,80, 3,71, 3,64 ve 3,81'dir. Washington portakal sularının pH değeri üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$). pH değeri üzerinde 45 dakikalık O₂ gazı uygulamasının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). H örneklerine göre 0, 15, 30 ve 60 dakikalık O₂ gazı uygulaması ise pH değerinde herhangi bir değişime neden olmamıştır. Ancak işlem görmemiş 0.dakika örneklerine göre pH değerinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır. H koşullarında en yüksek pH değeri 45. ve 60. dakikalık uygulama sürelerinde gözlemlenirken en düşük pH değeri 30 dakikalık uygulama süresinde tespit edilmiştir. O₂ gazı uygulanan örneklerde en düşük pH değeri 45 dakikalık uygulama süresinde, en yüksek pH değeri 15 ve 60 dakikalık uygulama sürelerinde tespit edilmiştir.

CO₂ gaz uygulamasında Washington Navel portakal sularının kontrol örneklerinde pH değerleri zamana göre sırasıyla 3,86, 3,74, 3,82, 3,63 ve 3,83'dür. Karbondioksit gazı uygulaması sonrası pH değerleri sırasıyla 3,86, 3,78, 3,71, 3,69 ve 3,94'dür. Washington portakal sularının pH değerinin, CO₂ gazı uygulaması ve süresine bağlı olarak değişimler görülmektedir ($p<0,05$). En yüksek pH değeri 60 dakikalık CO₂ gazı uygulanan örnekte gözlemlenirken en düşük pH değeri H koşullarının 45 dakikalık uygulama süresinde tespit edilmiştir.

N₂ gazı uygulamasında Washington Navel portakal suyunda H örneklerinde pH değerleri sırasıyla 3,90, 3,76, 3,74, 3,80 ve 3,70'tir. Azot gazı uygulaması sonrası pH değerleri sırasıyla 3,90, 3,79, 3,73, 3,94 ve 3,73'tür. Washington Navel portakal sularının pH değeri üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). H örneklerine göre pH değeri üzerinde 45 dakikalık N₂ gazı uygulamasının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilirken ($p<0,05$). 0, 15, 30 ve 60 dakikalık N₂ gazı uygulamalarının pH değeri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Uygulama sürelerine göre pH değerinde dalgalanmalar olmuştur. İşlemler öncesi pH değeri sadece 45 dakika N₂ uygulanan örnekte korunmuştur.

Yapılan bir çalışmada Washington Navel portakal sularının pH değerinin 2,9-3,9 arasında değiştiği bildirilmiştir (Ting ve Attaway, 1985).

19 adet doğal turuncu meyve suyu örneğinde (6 mandarin, 4 portakal, 4 greyfurt, 4 limon ve 1 turuncu) organik asit dağılımının araştırıldığı bir çalışmada Washington Navel portakal suyunun pH değeri $3,48 \pm 0,014$ olarak belirlenmiştir (Karadeniz, 2004). Yaptığımız çalışmada, işlem uygulanmayan Washington Navel çeşidi portakal sularının pH değerleri 3,75 ile 3,90 arasında tespit edilmiştir.

Pastörizasyon, yüksek basınç ve yüksek vurgulu elektrik alanı uygulamalarının portakal suyunun kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada hiçbir uygulamaya tabi tutulmamış portakal suyunun pH değerinin 3,37 olarak tespit edilmiş, pastörizasyon, yüksek basınç ve yüksek vurgulu elektrik alanı uygulamalarından sonra ise 3,35 olarak belirlenmiştir. Farklı üç yöntemle pastörize edilmiş portakal sularının pH değerinde önemli farklılık bulunmadığını rapor edilmiştir (Timmermans ve ark, 2011).

Ağçam ve ark (2016), Kozan Yerli çeşidi portakallardan elde edilen ve ısıtıl işlem uygulanan (90°C, 10 - 20 s) meyve sularında pH değerinin 3,47 – 3,60 aralığında değişim gösterdiğini ve 180 gün süren depolama sonunda pH değerlerinde önemli düzeyde azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Washington Navel ve Valencia portakal sularının mikrobiyel, fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine yüksek basınç uygulamasının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada işlem görmemiş Valencia portakal suyunun pH değeri 4,28, yüksek basınç uygulanmış Valencia portakal suyunun pH değeri 4,23 ve ısıl pastörizasyon uygulanmış Valencia portakal suyunun pH değeri 4,15 olarak belirlenmiştir (Bull ve ark, 2004). Yüksek basınç ve ısıl işlem uygulanan ile işlem uygulanmayan portakal sularının pH değerleri arasında önemli düzeyde bir fark belirlenmediği bildirilmiştir.

Cortés ve ark (2008) tarafından yapılan bir çalışmada pastörize edilmiş portakal suyu ile yüksek şiddetli elektrik alan uygulanmış portakal sularını çeşitli kalite özellikleri açısından kıyaslanmıştır. İşlem görmemiş portakal sularının pH değerini $3,35 \pm 0,00$, pastörize edilmiş portakal sularının pH değerini $3,32 \pm 0,01$ olarak belirlemişlerdir. pH değerleri arasında oluşan farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,01$).

Damar ve Balaban (2006), bir çalışmalarında enzim ve bazı mikroorganizmaların inaktivasyonu için ısıl olmayan bir teknoloji olarak tercih edilen yoğun faz CO₂ (DPCD) uygulamasının pH değerini düşürücü etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada portakal sularının Süper Kritik CO₂ ile işleme sokulduğunda basınç uygulamasının sıvı kısımda çözünmüş CO₂ miktarını arttırdığı ve ortamın pH değerinde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. Uygulanan basınç atmosferik seviyeye düşürüldüğünde meyve suyundaki CO₂ ayrılmakta ve böylece pH değeri de orijinal seviyesine dönmektedir.

Valencia çeşidinden elde edilen portakal sularının O₂ gazı doyurulmuş ortamda 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda tutulması yanında bu işlemle paralel olarak yürütülen normal atmosferik ortamda (H) tutulan kontrol örneklerinin pH değerleri sırasıyla 3,18, 3,13, 3,30, 3,15 ve 3,19'dur. Oksijen gazı uygulaması sonrası pH değerleri sırasıyla 3,18, 3,17, 3,28, 3,18 ve 3,21 olmuştur. Valencia portakal sularının pH değeri üzerinde, O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). Kontrol örneği ile oksijen uygulanmış

örnekler arasında istatistiksel farklılıklar görünse de farklılıkların anlamlı olmadığı düşünülmektedir.

Valencia çeşidi portakal sularında havada tutulan kontrol örneklerinde pH değerleri zamana göre sırasıyla 3,09, 2,97, 3,02, 3,04 ve 3,14'tür. Yine aynı sürelerde karbondioksit gazı uygulanması sonrası pH değerleri sırasıyla 3,09, 3,03, 3,01, 3,05 ve 3,15 olarak tespit edilmiştir. Valencia portakal sularının pH değeri üzerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Kontrol örneği ile CO₂ gazı uygulamasının pH üzerindeki etkisi 15 ve 45 dakikalık uygulama sürelerinde farklılık önemli bulunurken diğerleri arasındaki farklar önemli değildir. Valencia çeşidi portakal sularında kontrol örneklerinde pH değerleri sırasıyla 3,10, 3,07, 3,07, 3,12 ve 3,08'dir. Azot gazı uygulaması sonrası pH değerleri sırasıyla 3,10, 3,08, 2,98, 3,12 ve 3,10 olarak belirlenmiştir. pH değeri üzerinde 30 ve 60 dakikalık N₂ gazı uygulamasının kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında pH değerinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır. N₂ gazı uygulanan örneklerde en düşük pH değeri 30 dakikalık uygulama süresinde, en yüksek pH değeri 0, 45 ve 60 dakikalık uygulama sürelerinde tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada Valencia portakal sularının pH değerinin 2,9-3,9 arasında değiştiği bildirilmiştir (Ting ve Attaway, 1985). Valencia çeşidinin de içinde bulunduğu bazı turunçgil çeşitlerinin meyve suyu teknolojisi bakımından bazı özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada olgunluktan itibaren 3 farklı derimden elde edilen örnekler kullanılmış, çalışma 3 yıl süreyle yenilenmiş ve Valencia çeşidine ait portakal suyu örneklerinde pH değerinin 3,18-3,80 arasında değiştiği belirtilmiştir (Altan, 1995). Yaptığımız çalışmada, işlem uygulanmayan Valencia çeşidi portakal sularının pH değerleri 3,09 ile 3,10 arasında tespit edilmiştir.

Kozan yerli portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde pH değerleri sırasıyla 3,43, 3,34, 3,41, 3,35 ve 3,33'tür. Oksijen gazı uygulamasından sonra pH değerleri sırasıyla 3,43, 3,35, 3,42, 3,35 ve 3,34 olarak

bulunmuştur. O₂ gazı uygulaması pH değerlerinde kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olmamıştır. Uygulama süresi dikkate alındığında pH değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir.

Kozan yerli portakal sularında kontrol örneklerinde pH değerleri sırasıyla 3,42, 3,31, 3,28, 3,34 ve 3,39'dur. Karbondioksit gazı uygulaması sonrasında pH değerleri sırasıyla 3,42, 3,33, 3,31, 3,35 ve 3,31 olarak belirlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının pH değeri üzerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). CO₂ gazı uygulamasının pH üzerindeki etkisi H koşullarına göre 15 30 ve 60 dakikalık uygulama sürelerinde anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). 0 ve 45 dakikalık uygulama süreleri ise CO₂ gazı uygulanması koşullarında pH üzerinde herhangi bir değişime neden olmamıştır. Uygulama süresi dikkate alındığında pH değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir.

N₂ gazı uygulamada belirtilen sürelerce atmosferik havada tutulan Kozan Yerli kontrol örneklerinde pH değerleri zamana bağlı olarak sırasıyla 3,41, 3,41, 3,32, 3,31 ve 3,34'tür. Azot gazı uygulaması sonrası pH değerleri sırasıyla 3,41, 3,38 3,34, 3,37 ve 3,32'dir. Kozan Yerli portakal sularının pH değeri üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). En yüksek pH değeri H koşullarında 0 ve 15 dakikalık uygulama sürelerinde görülürken süre uzadıkça pH da az da olsa azalma görülmüştür.

Kozan Yerli çeşidinin de içinde bulunduğu bazı turunçgil çeşitlerinin meyve suyu teknolojisi bakımından bazı özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada olgunluktan itibaren 3 farklı derimden elde edilen örnekler kullanılmış, çalışma 3 yıl süreyle yenilenmiş ve Kozan Yerli çeşidine ait portakal suyu örneklerinde pH değerinin 3,38-3,78 aralığında olduğu belirtilmiştir (Altan, 1995).Yaptığımız çalışmada, işlem uygulanmayan Kozan Yerli çeşidi portakal sularının pH değerleri 3,38 ile 3,43 arasında tespit edilmiştir.

Turunç sularının O₂ gazı doyurulmuş ortamda 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda tutulması yanında bu işlemle paralel olarak yürütülen normal

atmosferik ortamda (H) tutulan kontrol örneklerinin pH değerleri sırasıyla 2,86, 2,70, 2,73, 2,63 ve 2,61'dir. Oksijen gazı uygulamasından sonra pH değerleri sırasıyla 2,86, 2,74, 2,73, 2,63 ve 2,61 olarak belirlenmiştir. Turunç sularının pH değeri üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). O₂ gazı uygulamasının pH üzerindeki etkisi düşürücü yönde olmuştur.

Turunç suyu kontrol örneklerinde pH değerleri zamana bağlı olarak sırasıyla 2,77, 2,64, 2,64, 2,63 ve 2,67'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonucunda pH değerleri sırasıyla 2,77, 2,64, 2,66, 2,66 ve 2,70 olarak belirlenmiştir. Turunç sularının pH değerinin CO₂ gazı uygulaması ve süresine bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). pH değeri üzerinde CO₂ gazı uygulaması kontrol örneklerine göre yalnızca 45 dakikalık örnekte anlamlı bir değişime neden olmuştur.

Turunç sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde pH değerleri sırasıyla 2,68, 2,71, 2,65, 2,72 ve 2,69'dur. Azot gazı uygulaması sonrasında pH değerleri sırasıyla 2,68, 2,69, 2,65, 2,71 ve 2,69 olarak tespit edilmiştir. Turunç sularının pH değeri üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında pH değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada turunç suyunda pH değeri $2,60 \pm 0,021$ olarak belirlenmiştir (Karadeniz, 2004). Turunç meyvesinin asit içeriği açısından limonla benzerlik gösterdiği bildirilmiştir (Tokgöz ve Gölükcü, 2009). Yaptığımız çalışmada, işlem uygulanmayan turunç sularının pH değerleri 2,68 ile 2,86 arasında tespit edilmiştir.

CO₂ suda çözünürken su ile etkileşime girerek karbonik asit oluşur. Bu nedenle karbonik asit ortamın asitliğini artırır veya bir başka ifade ile pH değerini azaltır. Genel anlamda CO₂ ortamında tutulan turunçgil sularının pH değeri (bazı istisnalar olmak ile birlikte) zamanla azalma gösterdiği tespit edilmiştir.

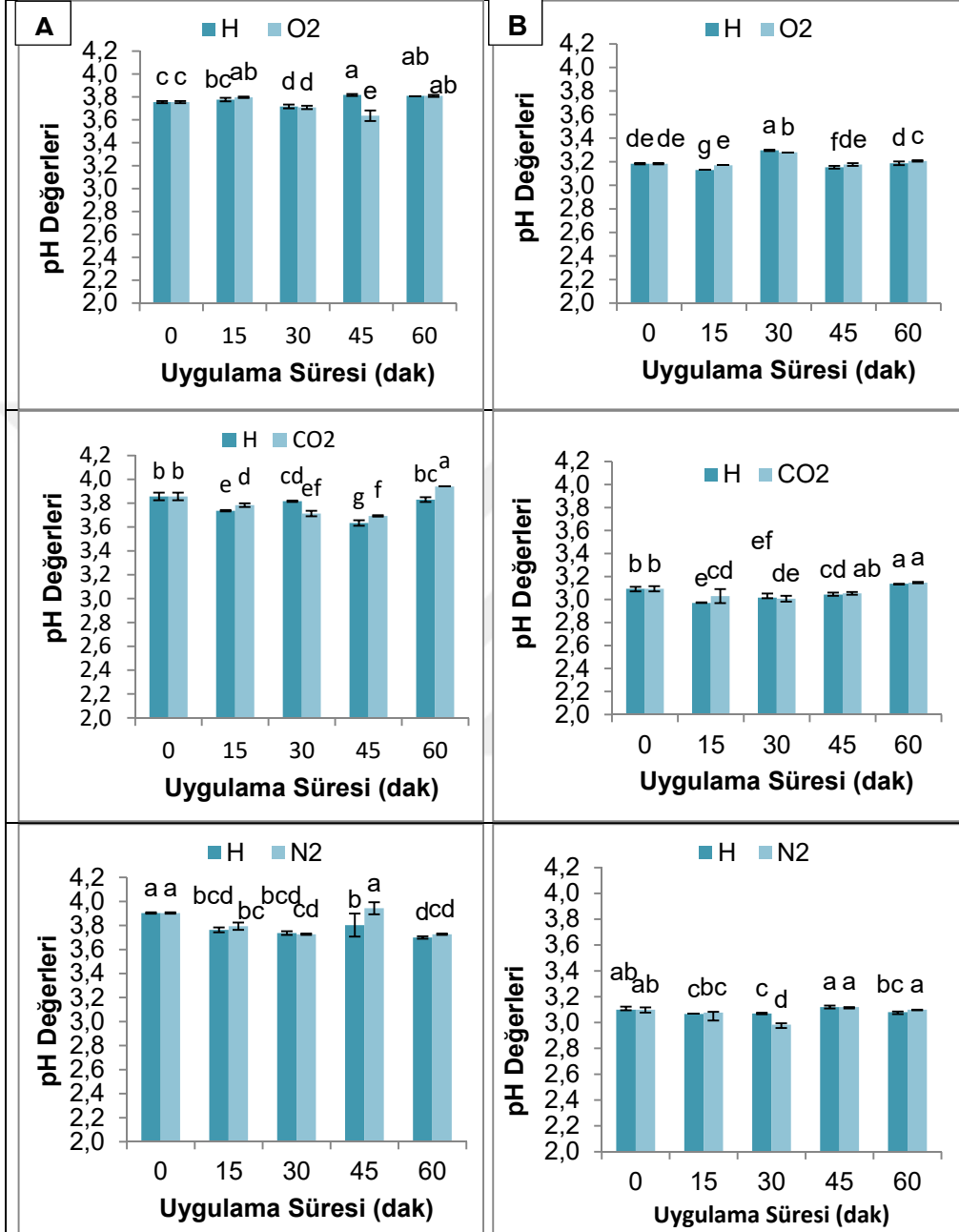
Farklı atmosfer koşullarının portakal sularının pH değerleri üzerine etkisi ile ilgili bir çalışma mevcut olmadığından kıyaslama yapılamamıştır.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, çeşit bazında incelediğimiz zaman; pH üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisi Washington Navel ve Turunç suyunda önemsiz bulunurken, Valencia ve Kozan yerli çeşidi portakal sularında önemli bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek pH değerleri oksijen uygulanan örneklerde olurken en düşük CO₂ uygulanan örneklerde görülmüştür.

Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde ise gazlar arasındaki farklar pH bakımından önemsiz bulunmuştur.

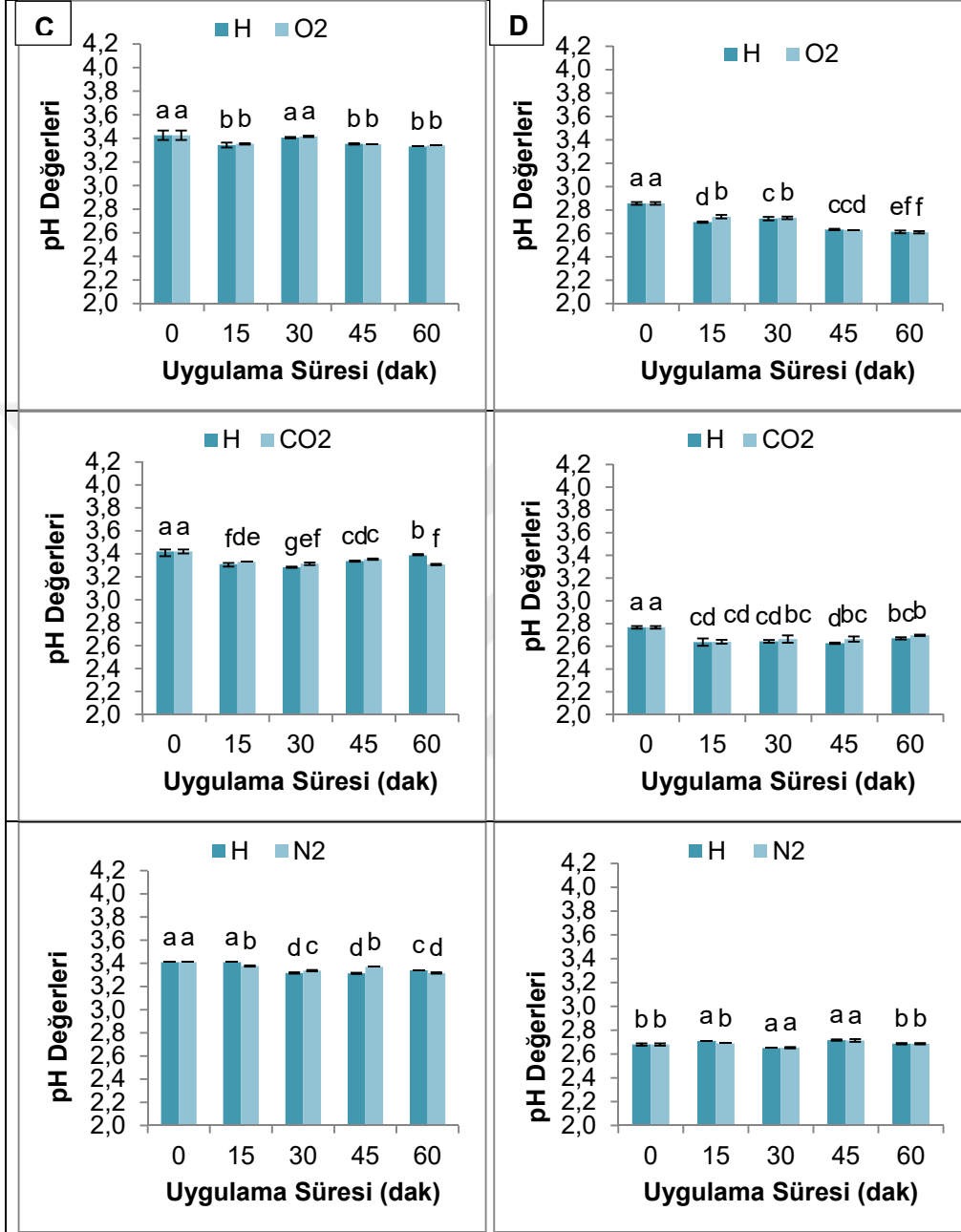
Tüm çeşitlere ait veriler birlikte değerlendirildiğinde çeşitler arasındaki farklılıklarönemli olup ($p<0,05$), hepsi birbirinden farklı bulunmuştur. En yüksek pH Washington Navel portakal suyunda olup, onu sırasıyla Kozan Yerli, Valencia ve Turunç izlemektedir.

Uygulama sürelerine göre pH değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. Dalgalanmalar istatistiksel olarak önemli bulunsa da yorumlanabilir bir farklılık olarak değerlendirilememiştir.



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.1. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turuncgil sularının pH değerleri üzerine etkisi



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.2. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turuncgil sularının pH değerleri üzerine etkisi

4.2. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisi

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turunçgil sularının titrasyon asitliği değerlerindeki değişimler Şekil 4.3 ve 4.4’ de verilmiştir.

Washington Navel portakal sularının oksijen (O₂) gazı doyurulmuş ortamda 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda tutulması yanında bu işlemle paralel olarak yürütülen normal atmosferik ortamda (H) tutulan kontrol örneklerinin titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 0,660, 0,608, 0,538, 0,536 ve 0,607 g/100mL ’dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 0,660, 0,613, 0,635, 0,537 ve 0,627 g/100mL olarak tespit edilmiştir. Washington portakal sularının titrasyon asitliği değeri üzerinde O₂ gazı uygulamasının etkisi kendi kontrol grubuna göre önemli bulunmaz iken süreler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuş olup 45. dakikaya kadar azalma olurken 60. dakikada artış olmuştur. CO₂ gazı uygulamasında da benzer durum gerçekleşmiş kontrol grubu ve CO₂ gazına tabi tutulan örnekler arasında farklar önemsiz olarak değerlendirilmiştir. Uygulama süreleri arasında farklar önemli görülsede yorumlanabilir bulgular elde edilememiştir. Kontrol örneklerinde titrasyon asitliği değerleri zamana bağlı olarak sırasıyla 0,58, 0,61, 0,54, 0,65 ve 0,54 g/100mL ’dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrası titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 0,58, 0,64, 0,58, 0,65 ve 0,53 g/100mL olarak belirlenmiştir. N₂ gazı uygulamaları için Washington Navel portakal suyu kontrol örneklerinde titrasyon asitliği değerleri zamana bağlı olarak sırasıyla 0,61, 0,62, 0,62, 0,61 ve 0,59 g/100mL ’dir. Azot gazı uygulaması sonrası titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 0,61, 0,62, 0,60, 0,61 ve 0,61 g/100mL olarak tespit edilmiştir. Washington Navel portakal sularının titrasyon asitliği değeri üzerinde N₂ gazı uygulamasının ve süresinin etkisi önemli bulunmamıştır (p>0,05).

Washington Navel portakal suyunda yapılan bir çalışmada titrasyon asitliği değeri $1,114 \pm 0,0092$ g/100mL olarak tespit edilmiştir (Karadeniz, 2004). Yaptığımız çalışmada, işlem uygulanmayan Washington Navel sularının titrasyon asitliği değerleri 0,58 ile 0,66 g/100mL arasında tespit edilmiştir. Çalışmamızda

elde ettiğimiz değerlerin önceki çalışmada elde edilen değerlerden düşük olması meyvenin olgunluk durumundan ve hasat zamanından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Valencia çeşidinden elde edilen portakal sularının oksijen (O_2) gazı doyurulmuş ortamda 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda tutulması yanında bu işlemler paralel olarak yürütülen normal atmosferik ortamda (H) tutulan kontrol örneklerinin titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 1,46, 1,41, 1,17, 1,35 ve 1,34 g/100mL 'dır. Oksijen gazı uygulaması sonrası titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 1,46, 1,44, 1,20, 1,33 ve 1,32 g/100mL olarak belirlenmiştir. Valencia portakal sularının titrasyon asitliği değeri üzerinde O_2 gazı uygulamasının etkisi kontrol örneklerine göre farklı bulunmamıştır. Ancak bekleme sürelerine göre hem kontrol hemde oksijen uygulanan örneklerde azalma görülmüştür. En düşük titrasyon asitliği ise 30 dakikalık uygulama süresinde belirlenmiştir.

Valencia kontrol örneklerinde CO_2 gazı uygulamasında titrasyon asitliği değerleri zamana bağlı olarak sırasıyla 1,18, 1,57, 1,35, 1,40 ve 1,30 g/100mL 'dır. Karbondioksit gazı uygulanması sonrası titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 1,18, 1,48, 1,39, 1,42 ve 1,32 g/100mL olarak tespit edilmiştir. Valencia portakal sularının titrasyon asitliği değeri üzerinde CO_2 gazının etkisi kendi kontrol grubu kıyaslayınca önemli olmadığı ancak uygulama süresi ile azaldığı görülmektedir ($p<0,05$).

N_2 gazı uygulamasında Valencia kontrol örneklerinde titrasyon asitliği değerleri zamana bağlı olarak sırasıyla 1,43, 1,42, 1,32, 1,34 ve 1,41 g/100mL 'dır. Azot gazı uygulaması sonrası titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 1,43, 1,47, 1,48, 1,31 ve 1,37 g/100mL olarak belirlenmiştir. Valencia portakal sularının titrasyon asitliği değeri üzerinde N_2 gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Uygulama süresi göz önünde bulundurulduğunda titrasyon asitliği değerinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır.

Valencia çeşidinin de içinde bulunduğu bazı turuncgil çeşitlerinin meyve suyu teknolojisi bakımından bazı özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada

olgunluktan itibaren 3 farklı derimden elde edilen örnekler kullanılmış, çalışma 3 yıl süreyle yenilenmiş ve Valencia çeşidine ait portakal suyu örneklerinde titrasyon asitliği değerinin 1,21-2,37g susuz sitrik asit/100mL arasında değiştiği belirtilmiştir (Altan, 1995).

Karadeniz (2004) 'ün çalışmasına göre Valencia portakal suyunda $1,444 \pm 0,0099$ g sitrik asit/100 mL, $1,450 \pm 0,0134$ g titre edilebilir asit/100 mL bulunmaktadır. Yaptığımız çalışmada, işlem uygulanmayan Valencia portakal sularının titrasyon asitliği değerleri 1,17 ile 1,57g/100mL arasında tespit edilmiştir.

Kozan yerli portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamasında kontrol örneklerinde titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 1,02, 1,07, 0,97, 0,99 ve 1,09 g/100mL 'dir. Oksijen gazı uygulamasından sonra titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 1,02, 1,05, 0,97, 1,02 ve 0,04 g/100mL olarak bulunmuştur. Kozan yerli portakal sularının titrasyon asitliği değeri üzerinde O₂ gazı uygulamasının kendi kontrolleri ile arasındaki farklar önemli bulunmamıştır. Uygulama süresi dikkate alındığında titrasyon asitliği değerinde artış ve azalışlar olmuştur. Kozan yerli portakal sularında CO₂ gazı uygulamasında kontrol örneklerinde titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 1,08, 1,14, 1,04, 1,03 ve 1,04 g/100mL 'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrasında titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 1,08, 1,15, 1,04, 1,01 ve 0,05 g/100mL olarak belirlenmiştir. Kozan yerli portakal sularının titrasyon asitliği değeri üzerinde CO₂ gazı uygulamasının etkisi önemli değildir. N₂ gazı uygulamasında Kozan Yerli kontrol örneklerinde titrasyon asitliği değerleri zamana bağlı olarak sırasıyla 1,10, 1,03, 1,01, 1,07 ve 1,05 g/100mL 'dir. Azot gazı uygulaması sonrası titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 1,10, 1,08, 1,02, 1,10 ve 1,05 g/100mL olarak tespit edilmiştir. Kozan Yerli portakal sularının titrasyon asitliği değeri üzerinde N₂ gazı uygulaması anlamlı bir değişime neden olmamıştır.

Kozan yerli çeşidi ile yapılan bir çalışmada, titrasyon asitliği değeri 1,23-1,39 g/100mL olarak belirtilmiştir (Özsan ve Bahçecioğlu, 1970). Yaptığımız çalışmada, işlem uygulanmayan Kozan Yerli portakal sularının titrasyon asitliği

değerleri 0,97 ile 1,14g/100mL arasında tespit edilmiştir. Çalışmamızda tespit edilen titrasyon asitliği değerlerinin önce yapılan bu çalışmaya göre düşük olduğu gözlemlenmekte, bu durumun hasat zamanı ve meyvenin olgunluk durumuna bağlı olduğu düşünülmektedir.

Kozan yerli çeşidinin de içinde bulunduğu bazı turunçgil çeşitlerinin meyve suyu teknolojisi bakımından bazı özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada olgunluktan itibaren 3 farklı derimden elde edilen örnekler kullanılmış, çalışma 3 yıl süreyle yenilenmiş ve Kozan yerli çeşidine ait portakal suyu örneklerinde titrasyon asitliği değerinin 1,19-2,41 g susuz sitrik asit/100 mL arasında değiştiği belirtilmiştir (Altan, 1995).

Turunç çeşidinden elde edilen örneklerde 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamasında kontrol örneklerinde titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 4,17, 3,94, 3,77, 4,14 ve 4,40 g/100mL 'dır. Oksijen gazı uygulamasından sonra titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 4,17, 4,00, 3,76, 4,24 ve 4,35 g/100mL olarak belirlenmiştir. Turunç sularının titrasyon asitliği değeri üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir (p<0,05). Uygulama süresi dikkate alındığında titrasyon asitliği değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. H ve O₂ gazı koşullarında en yüksek titrasyon asitliği değeri 60 dakikalık uygulama süresinde, en düşük titrasyon asitliği değeri ise 30 dakikalık uygulama süresinde belirlenmiştir.

CO₂ gazı uygulamasında turunç kontrol örneklerinde titrasyon asitliği değerleri zamana bağlı olarak sırasıyla 4,35, 3,88, 3,99, 4,18 ve 3,60 g/100mL 'dır. Karbondioksit gazı uygulaması sonucunda titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 4,35, 4,24, 4,04, 4,33 ve 3,61 g/100mL olarak belirlenmiştir. Turunç sularının titrasyon asitliği değerinin CO₂ gazı uygulaması ve süresine bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir (p<0,05). Titrasyon asitliği değeri üzerinde CO₂ gazı uygulaması kontrol örneklerine göre 15 ve 45 dakikalık örnek gruplarında anlamlı bir değişime neden olmuştur (p<0,05). Uygulama süresi dikkate alındığında titrasyon asitliği değerinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır. En yüksek titrasyon asitliği değeri H

koşullarında 0 dakikalık uygulama süresinde, CO₂ gazı uygulanan örneklerde 0, 15 ve 45 dakikalık uygulama sürelerinde gözlemlenirken en düşük titrasyon asitliği değeri 60 dakikalık uygulama süresinde tespit edilmiştir.

Turunç sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda N₂ gazı uygulamasında kontrol örneklerinde titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 4,08, 4,19, 4,68, 3,50 ve 3,62 g/100mL 'dir. Azot gazı uygulaması sonrasında titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 4,08, 4,19, 4,88, 3,52 ve 3,62 g/100mL olarak tespit edilmiştir. Turunç sularının titrasyon asitliği değeri üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir (p<0,05). Titrasyon asitliği değeri üzerinde 30 dakikalık N₂ gazı uygulamasının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). 0, 15, 45 ve 60 dakikalık N₂ gazı uygulamalarının titrasyon asitliği değeri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir. Uygulama süresi dikkate alındığında titrasyon asitliği değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek titrasyon asitliği değeri N₂ gazının 30 dakikalık uygulanmasıyla belirlenirken, en düşük titrasyon asitliği değerleri 45 dakikalık uygulama süresinde tespit edilmiştir.

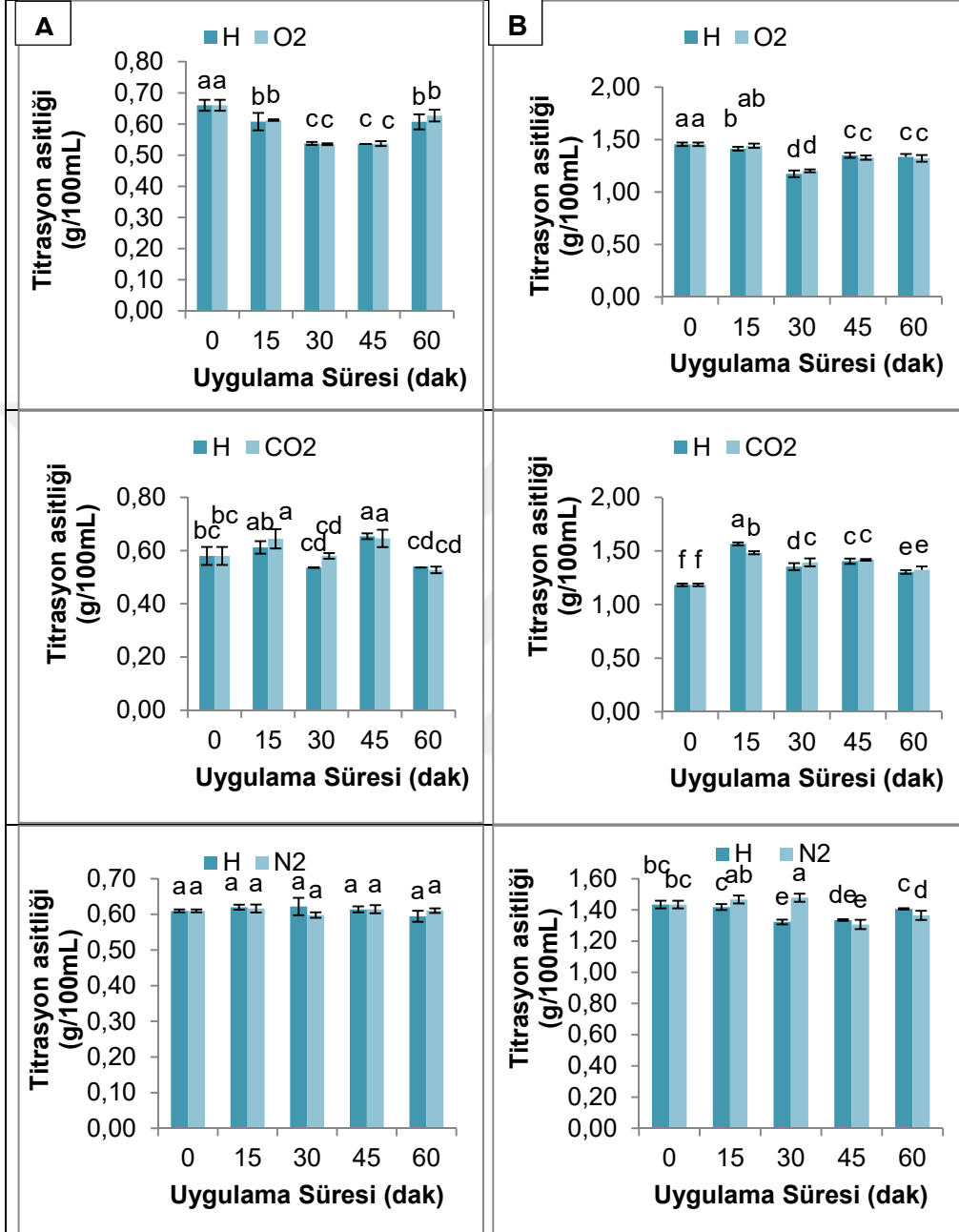
Turunç suyunda titrasyon asitliği değeri Karadeniz (2004) tarafından yapılan bir çalışmada $4,848 \pm 0,0679$ g/100mL olarak belirlenmiştir. Yaptığımız çalışmada, işlem uygulanmayan turunç sularının titrasyon asitliği değerleri 3,50 ile 4,68 g/100mL arasında tespit edilmiştir. Çalışmamızda tespit edilen titrasyon asitliği değerleri önce yapılan bu çalışma ile benzer sonuçlar sağlamıştır.

Farklı atmosfer koşullarının portakal sularının titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisi ile ilgili bir çalışma mevcut olmadığından kıyaslama yapılamamıştır.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, titrasyon asitliği değerleri üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisi Washington Navel, Valencia ve Turunç suyunda önemsiz bulunurken, Kozan yerli çeşidi portakal sularında önemli bulunmuştur (p<0,05). Bu çeşit için en yüksek titrasyon asitliği değerleri CO₂ ve N₂ uygulanan örneklerde olurken en düşük O₂ uygulanan örneklerde görülmüştür.

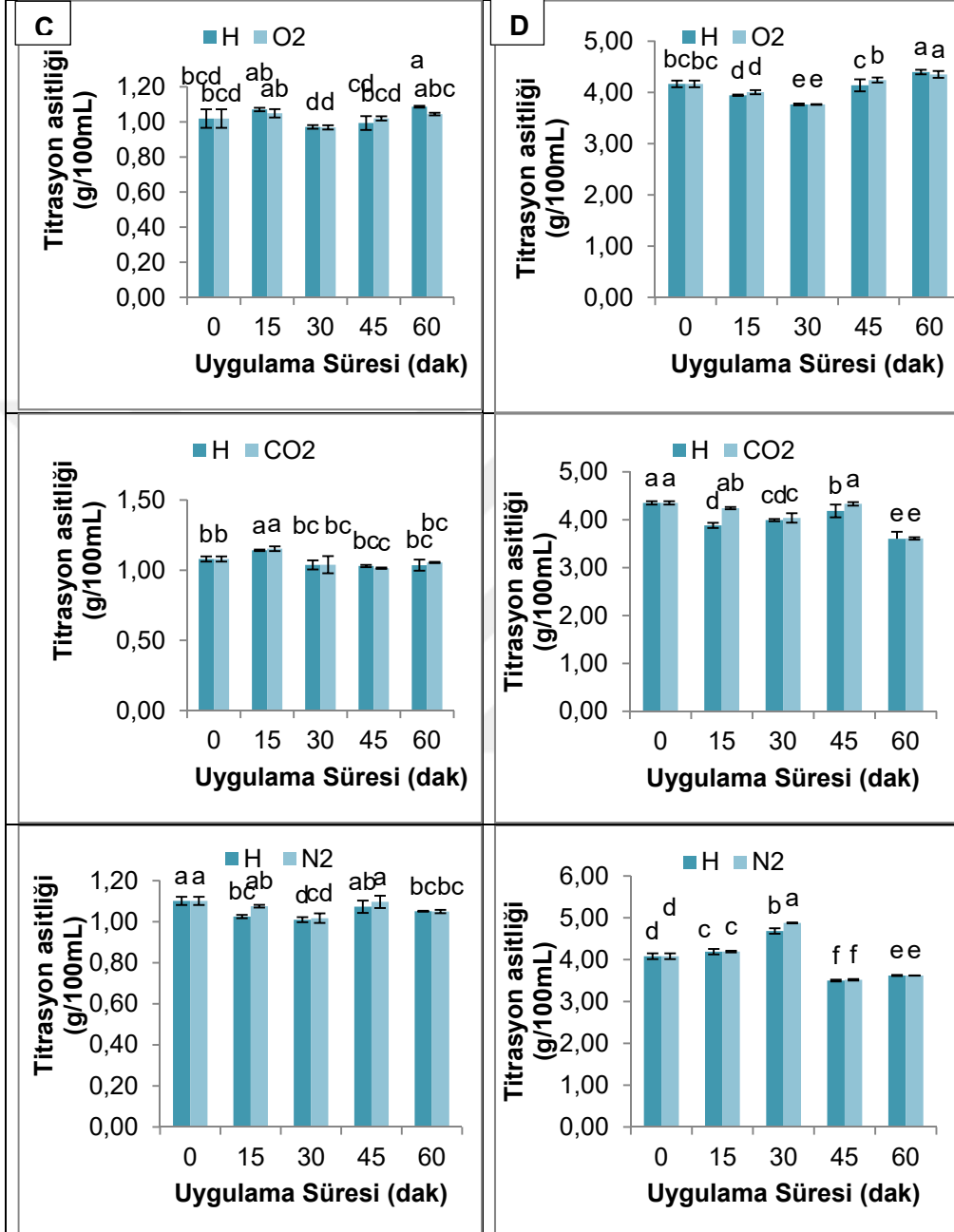
Tüm çeşitlere ait veriler birlikte değerlendirildiğinde çeşitler arasındaki farklılıklar önemli olup ($p<0,05$), hepsi birbirinden farklı bulunmuştur. En yüksek titrasyon asitliği değerleri turunç suyunda olup, onu sırasıyla Valencia, Kozan Yerli ve Washington Navel izlemektedir.

Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde ise gazlar arasındaki farklar titrasyon asitliği değerleribakımından önemsiz bulunmuştur. Uygulama sürelerine göre titrasyon asitliği değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. Dalgalanmalar istatistiksel olarak önemli bulunsa da yorumlanabilir bir farklılık olarak değerlendirilememiştir.



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.3. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisi



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.4. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisi

4.3. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının suda çözünür kuru madde(Briks(B°)) değerleri üzerine etkisi

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turunçgil sularının briks değerleri Şekil 4.5 ve 4.6' da verilmiştir.

Washington Navel portakal sularının kontrol örnekleri 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda briks değerleri sırasıyla 11,63, 11,90, 11,30, 12,03 ve 12,00 °B'dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası briks değerleri sırasıyla 11,63, 11,40, 11,43, 12,10 ve 12,37 °B olarak tespit edilmiştir. Washington portakal sularının briks değeri üzerinde kendi kontrol örneğine göre O₂ gazı uygulamasının etkisi önemli bulunmamıştır. CO₂ gazı çalışmasında Washington Navel kontrol örneklerinde briks değerleri zamana bağlı olarak sırasıyla 11,50, 11,77, 10,70, 11,40 ve 10,90 °B'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrası briks değerleri sırasıyla 11,50, 12,03, 11,10, 11,47 ve 11,17 °B olarak belirlenmiştir. Washington portakal sularının briks değerinde yine kendi kontrol örneğine göre CO₂ gazı uygulaması ile önemli bir değişim gözlenmemiştir.

N₂ gazı çalışmasında da kontrol örneklerinde briks değerleri zamana bağlı olarak sırasıyla 11,40, 11,40, 11,40, 11,37 ve 11,07 °B'dir. Azot gazı uygulaması sonrası briks değerleri sırasıyla 11,40, 11,40, 11,37, 11,47 ve 11,47 °B olarak belirlenmiştir. Washington Navel portakal sularının briks değeri üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin anlamlı olmadığı gözlemlenmiştir.

19 adet doğal turunçgil meyve suyu örneğinde (6 mandarin, 4 portakal, 4 greyfurt, 4 limon ve 1 turunç) organik asit dağılımının araştırıldığı bir çalışmada Washington Navel portakal suyunda briks değeri $11,5 \pm 0,283$ olarak tespit edildiği bildirilmiştir (Karadeniz, 2004). Yaptığımız çalışmada aynı çeşitte briks değeri 11,40 ile 11,63 arasında belirlenmiştir.

Valencia çeşidinden elde edilen portakal suyu örneklerinde 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde briks değerleri sırasıyla 13,27, 12,20, 12,23, 12,03 ve 12,63 °B'dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası briks değerleri sırasıyla 13,27, 12,57, 12,40, 12,33 ve 12,57 °B olarak tespit edilmiştir. Valencia portakal

sularının briksdeğeri üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Uygulama süresine göre briks değerlerinde dalgalanmalar olduğu bulgulanmıştır. Ancak anlamlı bir sonuç çıkarılamamıştır. Valencia kontrol örneklerinde briks değerleri zamana bağlı olarak sırasıyla 11,90, 11,87, 11,93, 11,53 ve 12,53 °B'dir. Karbondioksit gazı uygulanması sonrası briks değerleri sırasıyla 11,90, 11,90, 11,80, 11,17 ve 12,33 °B olarak tespit edilmiştir. Valencia portakal sularının briks değeri üzerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu gözlemlenmektedir ($p<0,05$). CO₂ gazı uygulamasının briks üzerindeki etkisi H koşullarına göre 45 dakikalık uygulama süresinde önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

N₂ gazı çalışmasında Valencia kontrol örneklerinde briks değerleri zamana bağlı olarak sırasıyla 11,53, 12,50, 11,93, 12,30 ve 12,00 °B'dir. Azot gazı uygulaması sonrası briks değerleri sırasıyla 11,53, 12,67, 11,47, 12,40 ve 11,83 °B olarak belirlenmiştir. Briks değeri üzerinde 30 dakikalık N₂ gazı uygulamasının kontrol grubuna göre önemli bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ancak yorumlanabilir bir sonuç olarak değerlendirilmemiştir.

19 adet doğal turunçgil meyve suyu örneğinde (6 mandarin, 4 portakal, 4 greyfurt, 4 limon ve 1 turunç) organik asit dağılımının araştırıldığı bir çalışmada Valencia portakal suyunda briks değerinin $14,0 \pm 0,141$ olarak tespit edildiği bildirilmiştir (Karadeniz, 2004). Çeşitli yıllarda ve derim zamanlarından elde edilen bazı turunçgil çeşitlerinin meyve suyu teknolojisi bakımından bazı özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada Valencia örneklerinde briks değeri 10,3-12,8 °B olarak tespit edilmiştir (Altan, 1995). Yaptığımız çalışmada ise işlem uygulanmamış Valencia çeşidi portakal suyunda briks değerleri 11,53 ile 13,27 arasında tespit edilmiştir.

Kozan yerli portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde briks değerleri sırasıyla 12,80, 13,37, 13,20, 13,00 ve 13,60 °B'dir. Oksijen gazı uygulamasından sonra briks değerleri sırasıyla 12,80, 13,37, 13,10, 13,27 ve 13,60 °B olarak bulunmuştur. O₂ gazı uygulaması briks değerlerinde

kontrol grubuna göre önemli bir değişime neden olmamıştır. Ancak 0. dakika örneklerine göre artış olmuştur. Kozan yerli portakal sularında CO₂ gazı çalışmasında kontrol örneklerinde briks değerleri sırasıyla 13,33, 13,57, 13,27, 13,07 ve 12,87 °B'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrasında briks değerleri sırasıyla 13,33, 13,73, 12,70, 13,07 ve 12,87 °B olarak belirlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının briks değeri üzerinde yalnızca 30 dakikalık CO₂ gazı uygulamasının etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Oksijen uygulamasının tersi yönde 15.dakikadan sonra azalma meydana gelmiştir.

N₂ gazı uygulamalarında Kozan Yerli kontrol örneklerinde briks değerleri zamana bağlı olarak sırasıyla 14,30, 13,67, 13,47, 13,67 ve 13,57 °B'dir. Azot gazı uygulaması sonrası ise briks değerleri sırasıyla 14,30, 13,57, 13,40, 14,00 ve 13,40 °B olarak tespit edilmiştir. Kozan Yerli portakal sularının briks değeri üzerinde N₂ gazı uygulamaları ile briks değerleri değişmemiştir. Çeşitli yıllarda ve derim zamanlarından elde edilen bazı turuncgil çeşitlerinin meyve suyu teknolojisi bakımından bazı özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada Kozan Yerli portakal sularında briks değerinin %12,5-13,5 aralığında olduğu gözlemlenmiştir (Altan, 1995). Yaptığımız çalışmada ise işlem uygulanmamış Kozan Yerli çeşidi portakal suyunda briks değerleri 12,80 ile 14,30 arasında tespit edilmiştir.

Turunç suyu örneklerinin 0, 15, 30, 45 ve 60. dakika sonrasındaki kontrol örneklerinde briks değerleri sırasıyla 10,83, 10,57, 10,63, 10,83 ve 10,70 °B'dir. Oksijen gazı uygulamasından sonra briks değerleri sırasıyla 10,83, 10,77, 10,60, 10,87 ve 10,60 °B olarak belirlenmiştir. Turunç sularının briks değeri üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

CO₂ gazı uygulamasında turunç suyu kontrol örneklerinde briks değerleri zamana bağlı olarak sırasıyla 10,77, 11,50, 11,97, 11,97 ve 10,53 °B'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonucunda briks değerleri sırasıyla 10,77, 11,50, 12,23, 12,70 ve 10,67 °B olarak belirlenmiştir. Turunç sularının briks değerinin CO₂ gazı uygulaması ve süresine bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir (p<0,05). Briks değeri üzerinde CO₂ gazı uygulaması kontrol örneklerine göre yalnızca 45 dakikalık örnek grubunda önemli bir değişime neden olduğu tespit edilmiş (p<0,05) ancak anlamlı bulunmamıştır.

Turunç sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde briks değerleri sırasıyla 10,73, 11,63, 12,30, 10,93 ve 10,90 °B'dir. Azot gazı uygulaması sonrasında briks değerleri sırasıyla 10,73, 11,63, 11,33, 11,00 ve 10,93 °B olarak tespit edilmiştir. Turunç sularının briks değeri üzerinde N₂ gazı uygulaması önemli bir etkiye sahip değildir.

Turuncun çeşitli faktörlere bağlı olmakla birlikte ortalama %14 toplam kuru madde içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir (Morton, 1987). Yaptığımız çalışmada ise işlem uygulanmamış turunç suyunda briks değerleri 10,73 ile 10,83 arasında tespit edilmiştir.

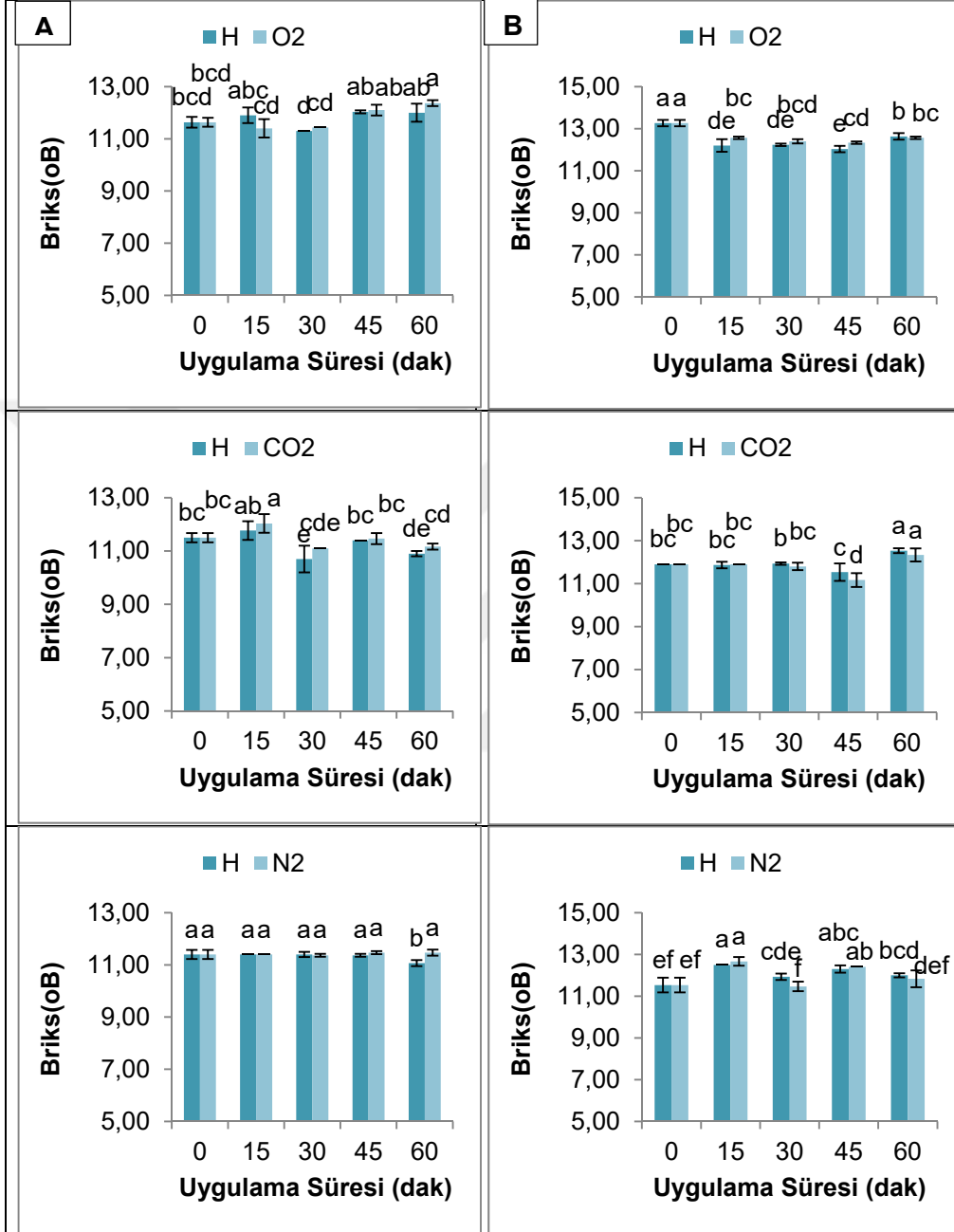
Farklı atmosfer koşullarının portakal sularının briks değerleri üzerine etkisi ile ilgili bir çalışma mevcut olmadığından kıyaslama yapılamamıştır.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, briks değerleri üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisi çeşitlerin kendi içinde önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Washington Navel ve Valencia'da O₂ altında tutulanlar yüksek ve diğerlerinden farklı iken, Kozan yerli çeşidi portakal sularında N₂ uygulanan örneklerde yüksek ve diğerlerinden farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Turunç sularında ise CO₂ ve N₂ gazları benzer ve O₂ altında tutulandan yüksek bulunmuştur.

Tüm çeşitlere ait veriler birlikte değerlendirildiğinde çeşitler arasındaki farklılıklarönemli olup ($p<0,05$), hepsi birbirinden farklı bulunmuştur. En yüksek briks değerleri Kozan Yerli suyunda olup onu sırasıyla Valencia, Washington Navel ve Turunç izlemektedir.Bu farklılığın çeşit özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

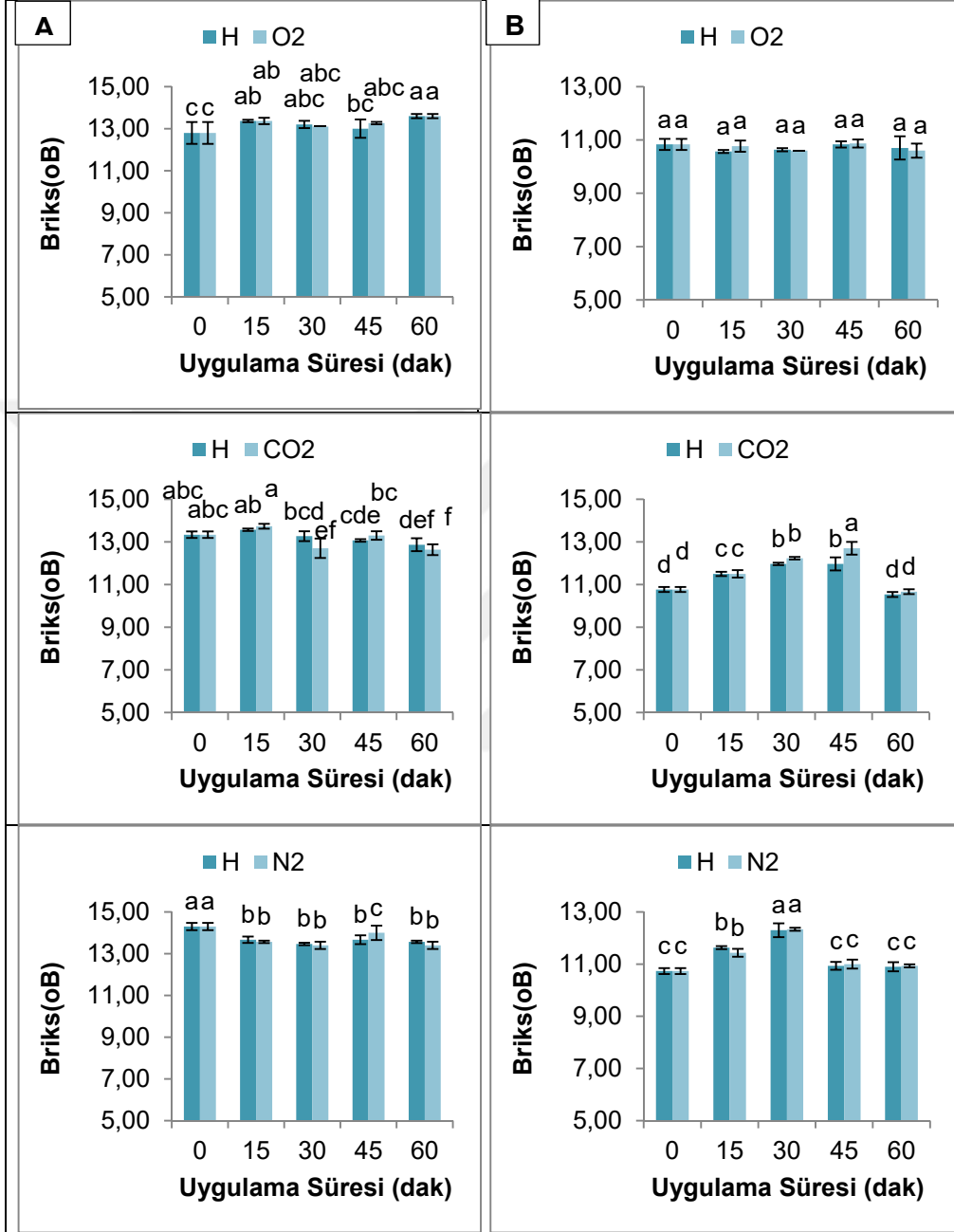
Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde ise gazlar arasındaki farklar briks değerleri açısından önemsiz bulunmuştur.

Uygulama sürelerine göre briks değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. Dalgalanmalar istatistiksel olarak önemli bulunsada yorumlanabilir bir farklılık olarak değerlendirilememiştir.



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.5. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turuncgil sularının Briks(°B) değerleri üzerine etkisi



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.6. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının Briks(°B) değerleri üzerine etkisi

4.4. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının askorbik asit içerikleri üzerine etkisi

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turunçgil sularının askorbik asit içeriklerindeki değişimler Şekil 4.7 ve 4.8’da verilmiştir.

Washington Navel portakal sularının oksijen (O₂) gazı doyurulmuş ortamda 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda tutulması yanında bu işlemle eş zamanlı olarak yürütülen normal atmosferik ortamda (H) tutulan kontrol örneklerinin askorbik asit içerikleri sırasıyla 965,53, 943,71, 996,12, 1043,88 ve 1002,01 mg/L’ dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası askorbik asit içerikleri sırasıyla 965,53, 876,95, 996,12, 832,71 ve 928,04 mg/L olarak belirlenmiştir. Washington portakal sularının askorbik asiti içeriği üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisi önemli bulunmuştur (p<0,05). Kontrol örneklerinin askorbik asit içerikleri oksijen uygulanan örneklerle göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Oksijen ile doyurulan ortamda daha fazla askorbik asit kaybı meydana gelmiştir.

CO₂ gazı uygulamasında Washington Navel kontrol örneklerinde askorbik asit içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 932,59, 866,41, 990,64, 967,71 ve 876,17 mg/L ‘dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrası askorbik asit içerikleri sırasıyla 932,59, 845,33, 1055,31, 1031,32 ve 992,39 mg/L olarak belirlenmiştir. Washington Navel portakal sularının askorbik asit içeriği üzerinde CO₂ gazı uygulamasının ve süresinin etkisi önemli bulunmamış ancak kontrol örneklerine göre daha iyi korunmuştur. N₂ gazı çalışmasında kontrol örneklerinde askorbik asit içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 1060,11, 944,95, 1030,19, 1068,37 ve 1130,36 mg/L ‘dir. Azot gazı uygulaması sonrası askorbik asit içerikleri sırasıyla 1060,11, 986,47, 1091,03, 1137,52 ve 1161,27 mg/L olarak tespit edilmiştir. Washington Navel portakal sularının askorbik asit içeriği üzerinde N₂ gazı uygulamasının ve süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmasa da azot gazı altında askorbik asit kontrol örneklerine göre daha iyi korunmuştur.

5 farklı çeşit *C. sinensis* (L.) taze turunçgil sularında antioksidan profili ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada Washington

çeşit portakal suyunda askorbik asit içeriği $417,0 \pm 18,3$ µg/mL olarak ifade edilmiştir (Rapisarda ve ark, 1999). Yaptığımız çalışmada, işlem uygulanmayan Washington Navel çeşidi portakal sularının askorbik asit içerikleri 932,59 ile 1060,11 mg/L arasında tespit edilmiştir.

Washington Navel portakal suyunda yapılan bir çalışmada, portakal suyu örneklerinin askorbik asit içerikleri 420-480 mg/L olarak belirlenmiştir (Kola ve ark, 2010).

Farnworth ve ark (2001), işlem görmeden şişelenmiş portakal suyu, pastörize edilip -18°C 'de dondurulup şişelenmiş portakal suyu ve pastörize edilip 1°C 'de plastik kapta depolanmış portakal suyu örneklerini 8 ay boyunca depoladıkları çalışmada, çeşitli kalite parametrelerini incelemişlerdir.. Elde edilen sonuçlara göre, pastörizasyon sonrası portakal suyunun askorbik asit içeriğinin azaldığı bildirilmiştir. Askorbik asit içeriği pastörize edilmemiş ve -18°C 'de dondurulmuş portakal sularında 542 mg/L, pastörize edilmiş ve -18°C 'de dondurulmuş portakal sularında 537 mg/L ve pastörize edilmiş ve 1°C 'de depolanmış portakal sularında 496 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Valencia çeşidinde kontrol örneklerinde askorbik asit içerikleri sırasıyla 1354,15, 1461,21, 1275,89, 1332,85 ve 1383,57 mg/L 'dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası askorbik asit içerikleri sırasıyla 1354,15, 1461,21, 1133,97, 1107,13 ve 1238,33 mg/L olarak tespit edilmiştir. Valencia portakal sularında da Washington çeşidi oksijen uygulamalarında olduğu gibi kontrol örneklerinde askorbik asit daha iyi korunurken oksijen uygulananlarda kayıplar daha fazla olmuştur. Askorbik asit içeriği üzerinde O_2 gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). O_2 gazı uygulamasının askorbik asit üzerindeki etkisi yalnızca 45 dakikalık uygulama süresinde farklı bulunmuştur ($p < 0,05$). Valencia kontrol örneklerinde askorbik asit içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 1359,76, 1412,92, 1379,97, 1379,48 ve 1265,85 mg/L 'dir. Karbondioksit gazı uygulanması sonrası askorbik asit içerikleri sırasıyla 1359,76, 1503,89, 1433,89, 1482,81 ve 1429,37 mg/L olarak tespit edilmiştir. Valencia portakal suyu

örneklerinin askorbik asit içeriği üzerinde CO₂ gazı uygulamasının ve süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli değildir. Ancak CO₂ ortamında tutulan örneklerin askorbik içeriği daha fazla bulunmuştur. Azot gazı ortamında da benzer sonuçlar tespit edilmiştir.

Biçgel (2008) pastörizasyon sıcaklığının Valencia ve Kozan Misket çeşit portakal sularının kalite özellikleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmada, Valencia çeşidine ait portakal sularının askorbik asit içeriğinin $1131,43 \pm 2,62$ ile $1374,99 \pm 20,49$ mg/L arasında, Kozan Misket çeşidinde ise bu miktarlar $574,24 \pm 28,00$ ile $711,01 \pm 96,80$ mg/L arasında değiştiğini bildirmiştir. Kontrol gruplarının askorbik asit miktarlarının pastörizasyon uygulanmış örneklere göre Kozan Misket çeşidinde en yüksek, Valencia çeşidinde ise en düşük olduğu belirtilmiştir. Yaptığımız çalışmada, işlem uygulanmayan Valencia çeşidi portakal sularının askorbik asit içerikleri 1289,20 ile 1359,76 mg/L arasında tespit edilmiştir.

Kozan Yerli portakal sularında kontrol örneklerinde askorbik asit içerikleri sırasıyla 879,71, 870,17, 743,28, 772,39 ve 884,17 mg/L 'dir. Oksijen gazı uygulamasından sonra askorbik asit içerikleri sırasıyla 879,71, 864,47, 736,51, 745,63 ve 791,75 mg/L olarak bulunmuştur. O₂ gazı uygulaması ve süresi Kozan Yerli portakal suyu örneklerinin askorbik asit içeriklerinde kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli bir değişime neden olmamıştır.

Kozan Yerli portakal sularında CO₂ gazı uygulamasında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde askorbik asit içerikleri sırasıyla 921,24, 871,12, 864,85, 892,94 ve 837,82 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrasında askorbik asit içerikleri sırasıyla 921,24, 870,79, 881,00, 888,94 ve 876,45 mg/L olarak belirlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının askorbik asit içeriği üzerinde CO₂ gazı uygulamasındaki değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamış olup değerler korunmuştur.

N₂ gazı uygulamasında Kozan Yerli kontrol örneklerinde askorbik asit içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 976,76, 831,78, 814,53, 832,75 ve 873,53

mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrası askorbik asit içerikleri sırasıyla 976,76, 876,52, 830,90, 901,88 ve 890,22 mg/L olarak belirlenmiştir. Kozan Yerli portakal suyu örneklerinin askorbik asit içeriği üzerinde N₂ gazı uygulamasının etkisi kontrole göre istatistiksel olarak önemli bulunmazken 0. dakikadaki değerlere göre azalmalar önemli bulunmuştur.

Kozan yerli çeşidinin de içinde bulunduğu bazı turunçgil çeşitlerinin meyve suyu teknolojisi bakımından bazı özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada olgunluktan itibaren 3 farklı derimden elde edilen örnekler kullanılmış, çalışma 3 yıl süreyle yenilenmiş ve Kozan yerli çeşidine ait portakal suyu örneklerinde askorbik asit içeriğinin 605–756 mg/L arasında değiştiği belirtilmiştir (Altan, 1995). Yaptığımız çalışmada, işlem uygulanmayan Valencia çeşidi portakal sularının askorbik asit içerikleri 879,71 ile 976,76 mg/L arasında tespit edilmiştir.

Kozan Yerli portakalları ile yapılmış bir çalışmada işlem görmemiş meyve suyundaki askorbik asit miktarı 550 mg/L olarak belirlenirken (Selli ve ark, 2004), Işık (2008) pastörizasyon sıcaklığının Hamlin ve Kozan Yerli çeşit portakal sularının kalite özellikleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında, işlem görmemiş Kozan Yerli çeşit portakal sularında askorbik asit içeriğinin 1017,17±34,04 ile 1060,35±4,45 mg/L arasında değiştiğini belirtmiştir. Askorbik asit değerleri için oluşan bu farklılık bölgenin iklim, toprak yapısı ve hasat dönemi ve hasat sonrası fizyolojik durumlarla ilişkilendirilmektedir.

Turunç suyunun kontrol örneklerinde 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı ile işlem öncesi kontrol örneklerinde askorbik asit içerikleri sırasıyla 778,91, 721,23, 717,39, 777,65 ve 790,85 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulamasından sonra askorbik asit içerikleri sırasıyla 778,91, 765,44, 704,84, 732,63 ve 761,31 mg/L olarak belirlenmiştir. Turunç sularının askorbik asit içeriği üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olmadığı görülmektedir (p>0,05).

CO₂ gazı çalışmasında turunç suyu kontrol örneklerinde askorbik asit içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 848,97, 683,61, 857,72, 871,27 ve 700,92 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonucunda askorbik asit içerikleri

sırasıyla 848,97, 676,51, 854,67, 901,50 ve 647,71 mg/L olarak belirlenmiştir. Turunç sularının askorbik asit içeriği üzerinde CO₂ gazı uygulaması etkisinin önemli olmadığı görülmektedir. Uygulama süresi dikkate alındığında askorbik asit içeriklerinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır. En yüksek askorbik asit içerikleri 0, 30 ve 45 dakikalık uygulama sürelerinde gözlemlenirken, en düşük askorbik asit içerikleri 15 ve 60 dakikalık uygulama sürelerinde tespit edilmiştir. Ancak değişimler anlamlı bulunmamıştır.

Turunç sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde askorbik asit içerikleri sırasıyla 708,84, 760,88, 718,97, 677,60 ve 762,71 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrasında askorbik asit içerikleri sırasıyla 708,84, 732,31, 783,03, 750,45 ve 802,09 mg/L olarak tespit edilmiştir. Turunç sularının askorbik asit içeriği üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).

Turunç çeşitli faktörlere bağlı olmakla birlikte ortalama 450-900 mg/L askorbik asit içermektedir (Morton, 1987). Yaptığımız çalışmada, işlem uygulanmayan turunç sularının askorbik asit içerikleri 708,84 ile 848,97 mg/L arasında tespit edilmiştir.

Soares ve Hotchkiss (1999) yapmış oldukları bir araştırmada çözünmüş oksijen içeriğinin, ambalajın oksijen geçirgenlik hızının, tepe boşluğu hacminin ve depolama süresinin portakal suyundaki askorbik asit içeriği üzerine olan etkisini belirlemişlerdir. Havası alınmış şişede muhafaza edilen şişelerde depolanmış portakal suyunda askorbik asit 0. dereceden kinetiğe uygun şekilde parçalanırken, havası alınmadan hermetik olarak kapatılan şişede askorbik asidin 1. dereceden kinetiğe uygun olarak parçalandığı tespit edilmiştir. Ayrıca farklı O₂ geçirgenliğine sahip şişelerde portakal suyu 7°C'de tutulmuş ve araştırmacılar artan O₂ geçirgenliğine bağlı olarak askorbik asidin parçalanma hızının belirgin bir şekilde arttığını rapor etmişlerdir. Sonuç olarak tüm veriler beraber değerlendirildiğinde, askorbik asit parçalanmasının baskın bir şekilde aerobik yolu izlediğini araştırmacılar ayrıca vurgulamışlardır. Benzer bulgular Zerdin ve ark (2003) ve

Yuan ve Chen (1998) tarafından yapılan araştırmalarda da ortaya konulmuştur. Bir başka deyişle O₂ varlığının askorbik asit parçalanmasında temel rol aldığını ifade etmişlerdir. Benzer bulgular sunulan çalışmada da tespit edilmiştir. Çalışma kapsamındaki Washington Navel, Valencia ve Kozan Yerlisi çeşitlerinden elde edilen bulgulara göre O₂ ortamında bekletme süresi arttıkça askorbik asit içeriğinde azalma eğilimi olduğu tespit edilmiştir.

Askorbik asit, aerobik ve anaerobik koşullarda farklı mekanizmalarla parçalanmaktadır. Ayrıca askorbik asit oksidaz enzimi başta olmak üzere bazı enzimlerle de parçalanmaya uğramaktadır. Ortam pH'sı, sıcaklık, ışık ve oksijen varlığı gibi birçok faktöre bağlı olarak askorbik asit parçalanabilmektedir (Kırca ve Cemeroğlu, 2001).

Robertson ve Samaniego (1986) farklı çözünmüş oksijen seviyelerinin, limon suyunun depolanması boyunca askorbik asit parçalanması ve esmerleşme reaksiyonları üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla çözünmüş oksijen konsantrasyonu 0,41, 1,44 ve 3,74 mg/L olan limon suyu örneklerini 36oC'de depolamışlardır. Örneklerin oksijen içeriklerinde hızlı bir azalma olmuş ve 7 günlük depolama sonunda 3 örnekteki oksijen konsantrasyonu da yaklaşık aynı seviyeye düşmüştür. Askorbik asit parçalanması daha çok anaerobik olarak gerçekleşmiş ve sonuç olarak farklı oksijen konsantrasyonlarının askorbik asit parçalanma hızı üzerinde önemli bir etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir.

Oulé ve ark (2013), portakal suyunun asitli ortamlarda ve yüksek sıcaklıklarda oksijene karşı çok duyarlı olduğundan (özellikle askorbik asit oksidaz) esmerleşme ve oksidatif bozunmalara maruz kaldığını bildirmişlerdir.

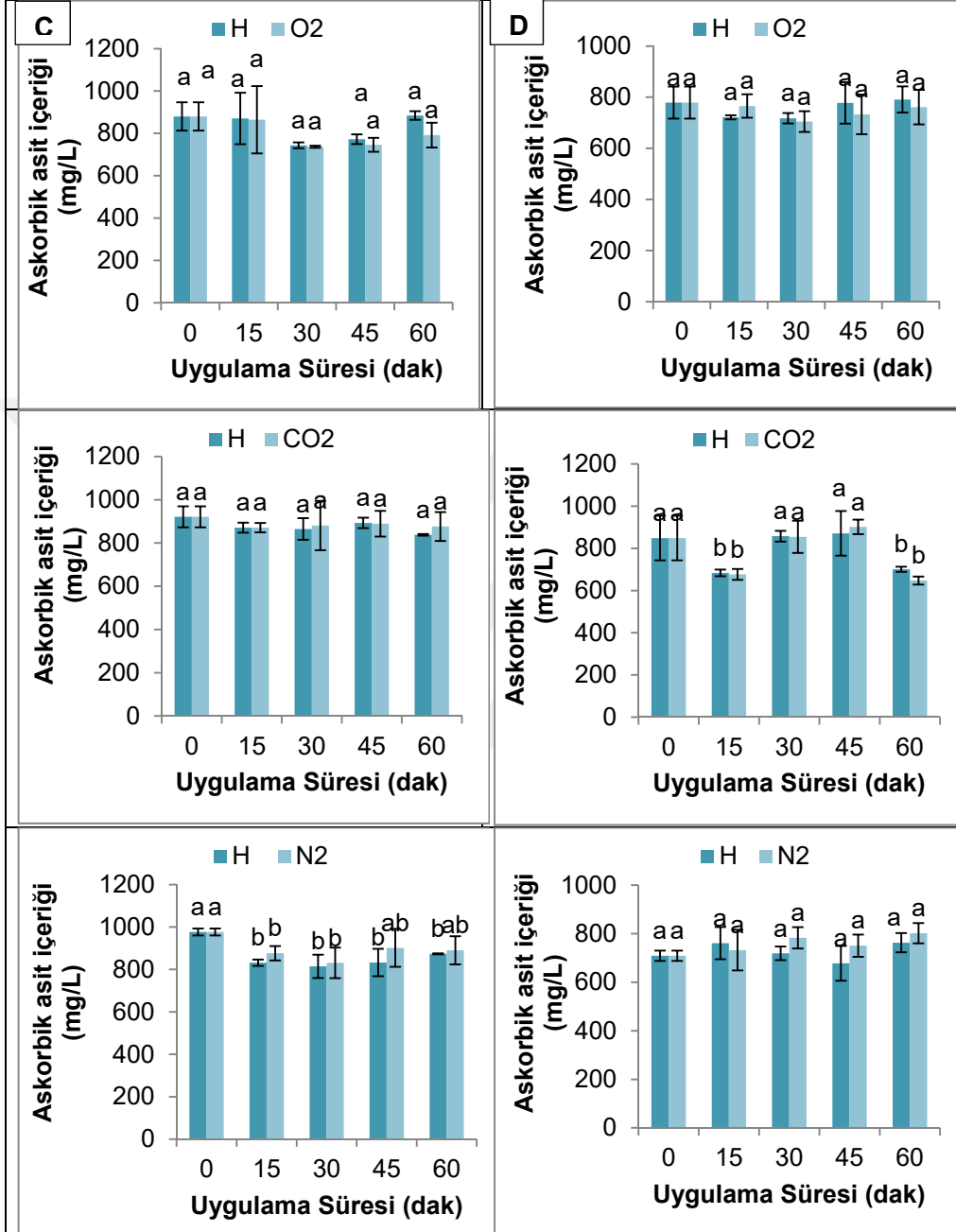
Askorbik asit, meyve ve sebzelerin gerek hasat sonrası uygulanan işlemler sırasında gerekse depolama sırasında en çok kayba uğrayan antioksidant bileşiktir (Cemeroğlu, 2013). Yapılan bir çalışmada 20°C'de ve açıkta 4 gün depolanan çilek örneklerinde %55-70 oranında askorbik asit kaybı görülürken, 1°C veya 10°C'de plastik folyoya sarılı halde 8 gün depolama sonunda askorbik asit kaybının sınırlı miktarda olduğu belirlenmiştir. Açıkta depolanan çileklerde askorbik asit kaybının

O₂ veya CO₂ ile ilgili olmadığını, bu gazların etkisinin minimal olduğunu, su kaybından kaynaklandığını rapor etmişlerdir (Nunes ve ark, 2006). Yapılan başka bir çalışmada, ambalajlanmamış veya delikli filmle ambalajlanmış brokolilerin 5°C’de 6 günlük depolanması sonunda askorbik asit kaybının %75 ile 85 arasında olmasına karşın, modifiye atmosferde paketlenmiş brokolilerin askorbik asit değerlerinde hiçbir kayıp görülmediği belirtilmiştir (Barth ve Zhuang, 1996). Ayrıca, ortamdaki CO₂’in uzaklaştırılmasının ve O₂ seviyesinin azaltılmasının hasat sonrası depolamada vitamin kaybının azaltılmasında etkili olabileceği bildirilmiştir.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, askorbik asit içerikleri üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisi şöyledir; Washington Navel’de N₂ gazının koruyucu görevi diğer iki atmosfere göre daha fazla ve önemli bulunmuşken, Valencia, Kozan Yerli ve Turunç’ta CO₂ gazı daha koruyucu olmuştur(p<0,05).

Tüm çeşitlere ait veriler birlikte değerlendirildiğinde çeşitler arasındaki farklılıklarönemli olup (p<0,05), hepsi birbirinden farklı bulunmuştur. En yüksek askorbik asit içerikleri Valencia portakal suyunda olup onu sırasıyla Washington Navel, Kozan Yerli ve Turunç izlemektedir.

Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde ise gazlar arasındaki farklar askorbik asit içerikleri bakımından önemsiz bulunmuştur.



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.8. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının askorbik asit içerikleri üzerine etkisi

4.5. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turuncgil sularının toplam karotenoid içerikleri üzerine etkisi

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turuncgil sularının toplam karotenoid içeriklerindeki değişimler Şekil 4.9 ve 4.10' da verilmiştir.

Washington Navel portakal sularının O₂ gazı doyurulmuş ortamda 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda tutulması yanında bu işlemle eş zamanlı olarak yürütülen normal atmosferik ortamda (H) tutulan kontrol örneklerinin toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 3,09, 2,89, 2,88, 2,64 ve 2,51 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 3,09, 2,87, 2,86, 2,59 ve 2,36 mg/L olarak belirlenmiştir. Washington portakal sularının toplam karotenoid içeriği üzerinde O₂ gazı uygulaması ile kontrol örnekleri arasındaki farklar önemsiz görülse de başlangıç toplam karotenoid içeriklerinde önemli azalmalar olmuştur ($p<0,05$). O₂ gazı uygulanan örneklerde zamana bağlı olarak toplam karotenoid içeriğinde kayıplar (60. dakika, %23,54) kontrol örneğine göre (60. dakika, %18,52) göre daha fazla olmuştur.

Karotenoidler çift bağ içeren bileşikler olduğu için kolaylıkla oksidasyona uğrayabilen bileşiklerdir. Bu reaksiyonun hızı, ısı ve ışık etkisiyle artmaktadır (Cemeroğlu, 2013). Yapılan bir çalışmada modifiye atmosferde paketlenmiş brokolilerde 5°C'de 6 gün depolama sonucu önemli düzeyde karotenoid kaybı gözlenmezken, delikli filmle sarılmış veya sarılmamış brokolilerde aynı depolama şartlarında hava ile temas sonucu %42-57 oranında karotenoid kaybı tespit edilmiştir (Barth ve Zhuang, 1996).

CO₂ gazı uygulamalarında Washington Navel kontrol örneklerinde toplam karotenoid içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 2,60, 2,60, 2,30, 2,21 ve 2,12 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrası toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 2,60, 2,49, 2,46, 2,30 ve 2,25 mg/L olarak belirlenmiştir. Uygulama süresi dikkate alındığında, H koşullarındaki örneklerde ve CO₂ gazı uygulanan örneklerde zamana bağlı olarak toplam karotenoid içeriğinde önemli değişim gerçekleştiği gözlemlenmektedir ($p<0,05$). Washington portakal sularının kontrol örnekleri ile

CO₂ uygulanmış örneklerin toplam karotenoid içerikleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmasada CO₂ gazı uygulaması kendi kontrol grubuna göre karotenoid içeriğini korumuştur. Toplam karotenoid içeriğinde havadaki 60 dakika sonunda kayıp %18,48 iken CO₂ altında %13,51 kayıp olmuştur.

N₂ gazı çalışmasında Washington Navel kontrol örneklerinde toplam karotenoid içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 3,31, 3,04, 2,96, 2,91 ve 2,56 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrası toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 3,31, 3,09, 3,09, 2,95 ve 2,87 mg/L olarak tespit edilmiştir. Toplam karotenoid içeriklerinde zamana bağlı olarak azalma tespit edilmiştir. En yüksek değerler işlem uygulanmayan örneklerde iken en düşük toplam karotenoid içeriği 60 dakikalık uygulama süresinde tespit edilmiştir. Washington Navel portakal sularının kontrol örneği ile azot gazı uygulanmış örnekler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz gözükse de N₂ gazı uygulaması örneklerin toplam karotenoid içeriğini korumuştur. 60 dakikalık uygulama sonunda havada tutulan örnekte başlangıç örneğine göre kayıp %22,60, azot gazı altında tutulan örnekteki kayıp %13,18 olmuştur.

Yapılan bir çalışmada Washington Navel portakal sularının toplam karotenoid içeriğinin 5-8 mg/L arasında değiştiği bildirilmiştir (Cemeroğlu, 2013). Üstün ve Şahin (1993), yaptıkları bir çalışmada Adana bölgesinde yetiştirilen Washington Navel portakal sularında toplam karotenoid miktarının 17,50-18,79 mg/L arasında değiştiği rapor etmiştir. Yaptığımız çalışmada ise işlem uygulanmamış Washington Navel portakal sularının toplam karotenoid içerikleri 2,12 ile 3,31 mg/L arasında tespit edilmiştir.

Washington Navel portakal suyuna farklı şiddetteki PEF uygulamalarının ve ısıl işlemin (90°C, 20s) karotenoidler üzerine olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, iki yöntem karotenoid içeriği açısından kıyaslanmıştır. Taze Washington Navel portakal suyunun toplam karotenoid miktarı 13,67 - 17,14 mg/L

arasında tespit edilirken ısıtma işlem sonrasında toplam karotenoid içeriğinin 11,95 mg/L düzeyine azaldığı bildirilmiştir (Cortés ve ark, 2006).

Valencia çeşidinden elde edilen portakal suyu örneklerinde 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 5,52, 5,20, 4,78, 4,21 ve 3,89 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 5,52, 5,20, 4,84, 4,25 ve 4,04 mg/L olarak belirlenmiştir. Toplam karotenoid içerikleri bakımından kontrol örnekleri ile O₂ gazı uygulanmış örnekler arasındaki farklar önemsiz görülürken zamana bağlı önemli değişim belirlenmiştir ($p<0,05$). Toplam karotenoid içeriklerinin zamana bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. 60 dakikalık uygulama sonunda havada tutulan örnekte başlangıç örneğine göre kayıp %29,57 iken oksijen gazı altında tutulan örnekteki kayıp %26,85 olmuştur.

Valencia kontrol örneklerinde CO₂ gazı uygulamalarında da toplam karotenoid içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 6,12, 5,08, 4,10, 3,92 ve 3,84 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulanması sonrası toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 6,12, 5,33, 4,41, 4,17 ve 4,21 mg/L olarak tespit edilmiştir. Zamana bağlı olarak toplam karotenoid içeriklerinde anlamlı değişim bulgulanmıştır ($p<0,05$). Washington Navel çeşidinde olduğu gibi Valencia portakal sularının toplam karotenoid içeriği üzerinde kontrol grubuna göre CO₂ gazı uygulamasının etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir. Farklar istatistiksel olarak önemli bulunmasada CO₂ gazı uygulaması kendi kontrol grubuna göre karotenoid içeriğini daha fazla korumuştur. 60 dakikalık uygulama sonunda havada tutulan örnekte başlangıç örneğine göre kayıp %37,29 iken CO₂ gazı altında tutulan örnekteki kayıp %32,21 olmuştur. N₂ gazı uygulamasında Valencia kontrol örneklerinde toplam karotenoid içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 5,35, 4,15, 4,01, 3,97 ve 3,88 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrası toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 5,35, 5,15, 4,92, 4,76 ve 4,75 mg/L olarak belirlenmiştir. Valencia portakal sularının toplam karotenoid içerikleri üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$).

Toplam karotenoid içeriği üzerinde 0, 15, 30, 45 ve 60 dakikalık N₂ gazı uygulamasının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında toplam karotenoid içeriğinde zamana bağlı olarak azalma olduğu bulgulanmıştır. 60 dakikalık uygulama sonunda havada tutulan örnekte başlangıç örneğine göre kayıp %27,43 iken N₂ gazı altında tutulan örnekteki kayıp %11,30 olmuştur. Azot gazı çok önemli bir koruyuculuk göstermiştir.

Yapılan bir çalışmada Valencia portakal sularının toplam karotenoid içeriğinin 12-15 mg/L aralığında değiştiği bildirilmiştir (Cemeroğlu, 2013). Valencia portakal çeşidi ile yapılan bir çalışmada dondurulmuş portakal suyunda toplam karotenoid içeriğinin 17,21 ile 29,36 mg/L arasında olduğu belirlenmiştir (Meléndez-Martínez ve ark, 2007). Gama ve Sylos (2005), Brezilya Valencia portakalında temel karotenoid kompozisyonunun belirlenmesi ve miktersal tespiti için yapılan bir çalışmada toplam karotenoid miktarı $12 \pm 0,67$ mg/L olarak belirlemiştir. Yaptıkları başka bir çalışmada ise pastörizasyon ve konsantrasyon işleminin Valencia portakal suyunun karotenoidleri üzerine olan etkisini araştırmışlar, ısıt pastörizasyon ve konsantre edilen portakal suyunda toplam karotenoid değerlerini sırasıyla $10,40 \pm 6,90$ ve $9,90 \pm 5,30$ mg/L olarak tespit etmişlerdir (Gama ve Sylos, 2007).

Yaptığımız çalışmada ise işlem uygulanmamış Valencia portakal sularının toplam karotenoid içerikleri 3,84 ile 6,12 mg/L arasında tespit edilmiştir.

Kozan yerli portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 5,49, 5,38, 4,61, 4,54 ve 4,46 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulamasından sonra toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 5,49, 5,08, 4,67, 4,35 ve 4,14 mg/L olarak belirlenmiştir. O₂ gazı uygulaması toplam karotenoid içeriklerinde kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli bir değişime neden olmamıştır. Uygulama süresi dikkate alındığında toplam karotenoid içeriğinde önemli azalma olduğu gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Diğer çeşitlerde de olduğu gibi oksijen gazı altındaki kayıplar daha fazla olmuştur. 60

dakikalık uygulama sonundaki kayıplar H örneklerinde %18,72 iken oksijen altında tutulanda %24,63 olmuştur.

Kozan yerli portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 6,09, 6,28, 3,67, 3,25 ve 3,22 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrasında toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 6,09, 6,32, 4,30, 3,82 ve 3,74 mg/L olarak belirlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının toplam karotenoid içeriği üzerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında toplam karotenoid içeriklerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. En düşük toplam karotenoid içerikleri ise H koşullarında 45 ve 60 dakikalık uygulama sürelerinde belirlenmiştir. Yine CO₂ gazı karotenoidler üzerinde koruyucu olarak davranmıştır. 60.dakika sonundaki kontrol grubuna göre %16,22 daha koruyucu olmuştur.

N₂ gazı çalışmalarında Kozan Yerli kontrol örneklerinde toplam karotenoid içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 6,68, 5,83, 5,38, 4,92 ve 4,81 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrası toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 6,68, 6,04, 5,61, 5,52 ve 5,30 mg/L olarak belirlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının toplam karotenoid içeriği üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında toplam karotenoid içeriğinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Azot gazı da diğer çeşitlerde olduğu gibi koruyucu davranmış olup H örneğinde kayıp %28,03 iken azot gazı altında tutulanda % 20,64 olmuştur.

Kozan yerli portakal suyunun özelliklerine ve raf ömrüne vurgulu elektrik alan (PEF) ve ısıtma işlemin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, PEF uygulanan örneklerin toplam karotenoid değerlerinde hem başlangıç hem de depolama sonunda artış olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada toplam karotenoid değeri taze portakal suyunu temsil eden örneklerde 7,21 ve 7,39 mg/L olarak tespit edilmiştir (Ağçam, 2011).

Turunç çeşidinden elde edilen örneklerde 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 2,89, 2,71, 2,39, 2,44 ve 2,22 mg/L'dır. Oksijen gazı uygulamasından sonra toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 2,89, 2,60, 2,39, 2,35 ve 2,26 mg/L olarak belirlenmiştir. Turunç sularının toplam karotenoid içeriği üzerinde O₂ gazı uygulaması ile H örnekleri arasında önemli farklılık olmamıştır. Uygulama süresi dikkate alındığında diğer çeşitlerde de olduğu gibi toplam karotenoid içeriğinde azalma olduğu gözlemlenmiştir ($p<0,05$).

CO₂ uygulamalarında turunç kontrol örneklerinde toplam karotenoid içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 2,61, 2,37, 2,29, 2,17 ve 2,04 mg/L'dır. Karbondioksit gazı uygulaması sonucunda toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 2,61, 2,46, 2,33, 2,26 ve 2,17 mg/L olarak belirlenmiştir. Uygulama süresinin artışı ile her iki ortamda toplam karotenoid içeriğinde azalma olduğu bulgulanmıştır ($p<0,05$). Turunç sularının toplam karotenoid içeriğinde CO₂ gazı uygulaması ile kendi kontrol örneği arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmasa da 60. dakika sonunda CO₂ altında tutulan örnekteki kayıp %17,01 olurken, H örneğinde kayıp %22,07 olmuştur.

Turunç sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 3,17, 2,87, 2,68, 2,03 ve 2,21 mg/L'dır. Azot gazı uygulaması sonrasında toplam karotenoid içerikleri sırasıyla 3,17, 3,02, 2,70, 2,20 ve 2,44 mg/L olarak tespit edilmiştir. Turunç sularının toplam karotenoid içeriği üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Toplam karotenoid içeriği üzerinde 60 dakikalık N₂ gazı uygulamasının kontrol grubuna göre önemli bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). 60.dakika sonunda N₂ altında tutulan örnekteki kayıp %22,91 olurken, H örneğinde kayıp %30,23 oranında olmuştur.

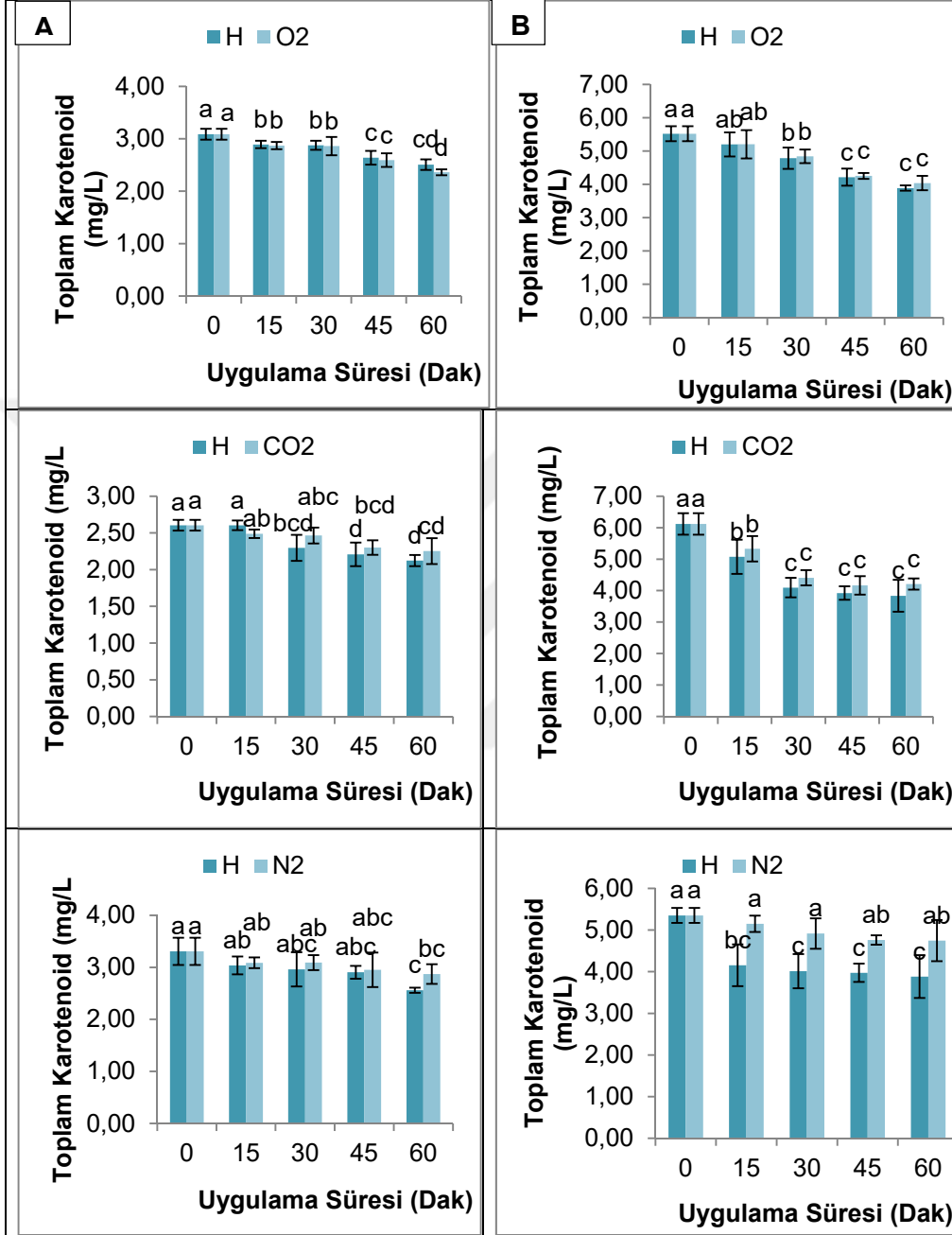
Turunç meyvesinde toplam karotenoid miktarının 2-6 mg/kg (taze meyve ağırlığına göre) arasında değiştiği, meyve pulpunda ise 0,4-1 mg/kg arasında

olduğu bildirilmiştir (Ting ve Attaway, 1985). Turunç örneklerimizin toplam karotenoid içerikleri 2,03-3,17 mg/L arasında bulunmuştur.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, toplam karotenoid içeriği üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisinin önemli olduğu ve azot gazının koruyuculuğunun en yüksek olduğu belirlenmiştir($p<0,05$).

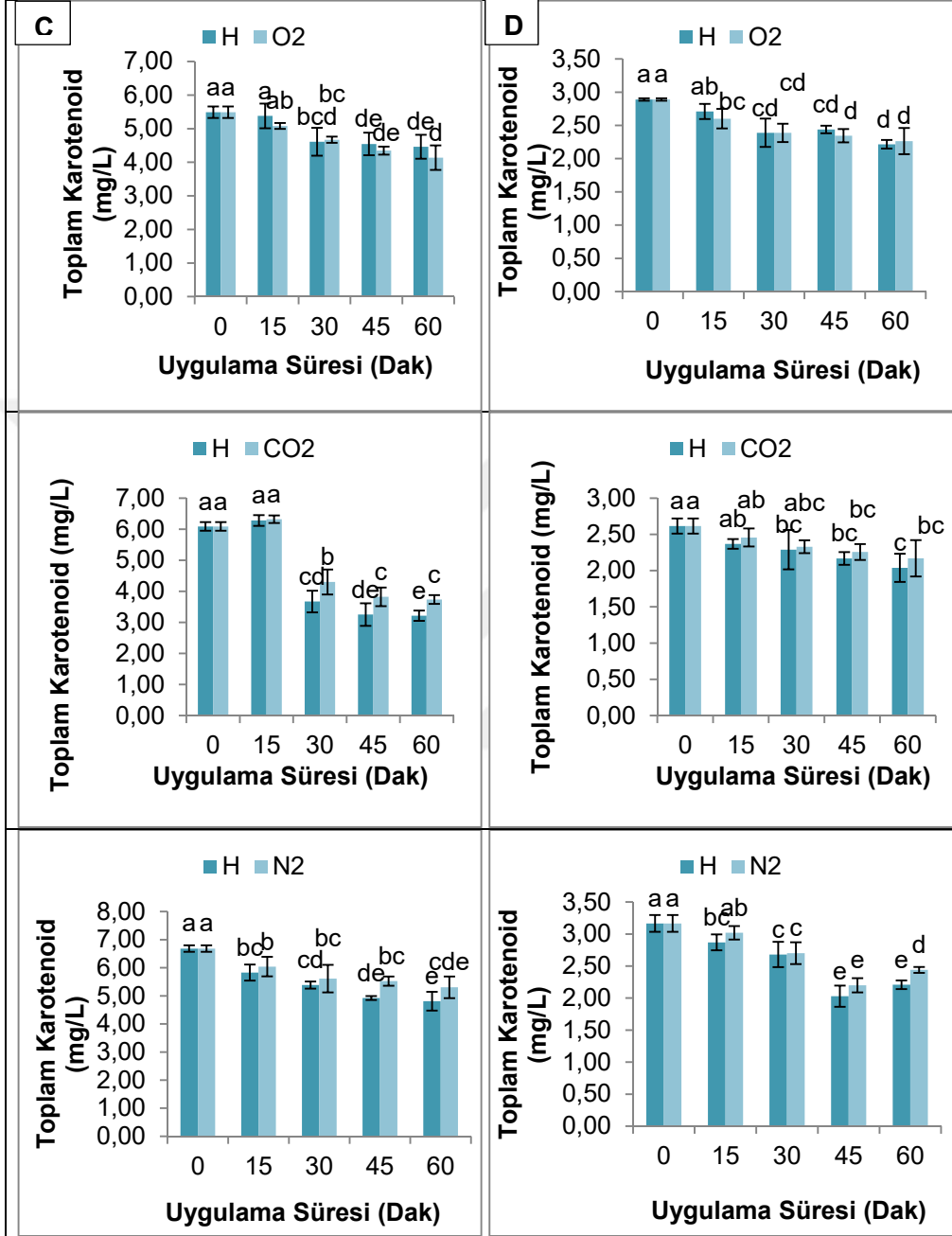
Tüm çeşitlere ait veriler birlikte değerlendirildiğinde toplam karotenoid içeriği bakımından çeşitler arasındaki farklılıklarönemli bulunmuştur($p<0,05$).En yüksek içeriğe Kozan Yerli çeşidi sahip olup, onu Valencia, Washington Navel ve Turunç suyu izlemiştir. Bu farklılığa çeşit özelliklerinin katkısının olduğu düşünülmektedir.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, toplam karotenoid içeriği üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisi şöyledir; Kozan Yerli, Washington Navel ve Turunç suyunda azot gazı diğer iki gazdan daha iyi koruyuculuk yapmıştır ($p<0,05$). CO₂ ortamında ise karotenoidler en az korunmuştur ($p<0,05$). Valencia çeşidinde gazlar arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur.



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.9. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının toplam karotenoid içeriği üzerine etkisi



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.10. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turuncu sularının toplam karotenoid içeriği üzerine etkisi

4.6. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turuncgil sularının toplam fenolik madde (TFM) içeriği üzerine etkisi

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan portakal sularının toplam fenolik madde (TFM) içeriklerindeki değişimler Şekil 4.11 ve 4.12' de verilmiştir.

Washington Navel portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamalarında kontrol örneklerinde TFM içerikleri sırasıyla 636,77, 619,63, 603,20, 568,20 ve 542,13 mg/L'dır. Oksijen gazı uygulaması sonrası TFM içerikleri sırasıyla 636,77, 616,05, 589,27, 542,48 ve 527,84 mg/L olarak belirlenmiştir. Washington portakal sularının TFM içeriği üzerinde O₂ gazı uygulamasının kendi kontrol örneğine göre önemli farklılıklar göstermezken uygulama süresine bağlı olarak azalmalar kaydedilmiştir ($p<0,05$). 60. dakika sonunda H ve O₂ gazı altında tutulan örneklerde sırasıyla % 14,86 ve %17,11 (0. dakika kontrol örneklerine göre) oranında azalma olmuştur.

Washington Navel portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda CO₂ gazı uygulamalarında kontrol örneklerinde TFM içerikleri sırasıyla 538,91, 521,41, 512,13, 499,98 ve 467,48 mg/L'dır. Karbondioksit gazı uygulaması sonrası TFM içerikleri sırasıyla 538,91, 514,63, 509,63, 488,91 ve 459,98 mg/L olarak belirlenmiştir. CO₂ gazı uygulamasında da O₂ gazında olduğu gibi azalma görülmüştür. Kendi kontrol örneği ile farklar önemli bulunmazken (60. dakika örneği hariç) 60. dakika sonunda H ve CO₂ gazı altında tutulan örneklerde sırasıyla % 13,225 ve %14,65 (0. dakika kontrol örneklerine göre) oranında azalma olmuştur.

Washington Navel portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda N₂ gazı uygulamalarında kontrol örneklerinde TFM içerikleri sırasıyla 652,13, 584,98, 568,91, 540,34 ve 495,70 mg/L'dır. Azot gazı uygulaması sonrası TFM içerikleri sırasıyla 652,13, 595,34, 575,70, 564,27 ve 557,13mg/L olarak belirlenmiştir. N₂ gazı uygulaması ve süresinin TFM içerikleri üzerine etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). TFM içeriği üzerinde 60 dakikalık N₂ gazı uygulamasının TFM içerikleri üzerinde kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu

tespit edilmiştir ($p<0,05$). 60. dakika sonunda H ve N₂ gazı altında tutulan örneklerde sırasıyla % 23,99 ve %14,57 (0. dakika kontrol örneklerine göre) oranında azalma olmuştur ($p<0,05$). Azot gazı TFM içeriğini koruyucu özellik göstermiştir.

Valencia portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamalarında kontrol örneklerinde TFM içerikleri sırasıyla 691,77, 658,91, 642,13, 645,34 ve 614,27 mg/L'dır. Oksijen gazı uygulaması sonrası TFM içerikleri sırasıyla 691,77, 647,13, 624,63, 622,13 ve 622,84 mg/L olarak belirlenmiştir.

Valencia portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda CO₂ gazı uygulamalarında kontrol örneklerinde TFM içerikleri sırasıyla 717,13, 690,70, 690,34, 649,27 ve 590,70 mg/L'dır. Karbondioksit gazı uygulaması sonrası TFM içerikleri sırasıyla 717,13, 680,70, 641,41, 607,48 ve 583,20 mg/L olarak belirlenmiştir. Valencia portakal sularının TFM içeriği üzerinde O₂ ve CO₂ gazı uygulama ve sürelerinin istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olmadığı ancak artan süre ile TFM içeriğinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

Valencia portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda N₂ gazı uygulamalarında kontrol örneklerinde TFM içerikleri sırasıyla 668,20, 637,13, 607,84, 583,91 ve 548,91 mg/L'dır. Azot gazı uygulaması sonrası TFM içerikleri sırasıyla 668,20, 643,20, 633,91, 594,98 ve 557,13 mg/L olarak belirlenmiştir. N₂ gazı ve süresinin önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Artan süre ile azalmalar daha fazla olmuştur. TFM içeriği üzerinde 60 dakikalık N₂ gazı uygulamasının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). 60. dakika sonunda H ve N₂ gazı altında tutulan örneklerde sırasıyla % 17,81 ve %16,59 (0. dakika kontrol örneklerine göre) oranında azalma olmuştur ($p<0,05$).

Biçgel (2008) pastörizasyon sıcaklığının Valencia ve Kozan Misket çeşit portakal sularının kalite özellikleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmada, Valencia çeşidine ait portakal sularının toplam fenolik madde miktarlarının 1419±127 ile 2180±390 mg/L arasında, Kozan Misket çeşidine ait örneklerde ise 2068±173 ile 1614±220 mg/L arasında değiştiğini belirtmiştir. İki çeşit için de uygulanan farklı pastörizasyon uygulamalarının toplam fenolik madde içeriğine

önemli bir etkide bulunmadığı rapor edilmiştir. Yaptığımız çalışmada ise işlem uygulanmamış Valencia portakal sularının toplam fenolik madde miktarı 668,20 ile 717,13 mg/L arasında tespit edilmiştir. Cemeroğlu (2013)'e göre, fenolik bileşiklerin meyve ve sebzelerdeki miktarı meyvenin çeşidine, olgunluk aşamasına, yetiştirme koşullarına, hasat ve depolama koşulları gibi çok farklı faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz değerlerin önceki çalışmalardan düşük olmasının nedeninin bu faktörlere bağlı olduğu düşünülmektedir.

Kozan Yerli portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamalarında kontrol örneklerinde TFM içerikleri sırasıyla 596,77, 596,05, 614,63, 591,41 ve 515,34 mg/L'dır. Oksijen gazı uygulaması sonrası TFM içerikleri sırasıyla 596,77, 555,34, 632,13, 559,63 ve 489,63 mg/L olarak belirlenmiştir. Kozan yerli portakal sularında O₂ gazı uygulaması TFM içeriklerinde kendi kontrol örneğine göre anlamlı bir değişime neden olmamıştır. Uygulama süresi dikkate alındığında TFM içeriğinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. H ve oksijen uygulanan koşullarda en düşük TFM içeriği 60 dakikalık uygulama süresinde belirlenmiştir. 60.dakika sonunda H ve O₂ gazı altında tutulan örneklerde sırasıyla % 13,64 ve %17,95 (0.dakika kontrol örneklerine göre) oranında azalma olmuştur ($p<0,05$).

Kozan Yerli portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda CO₂ gazı uygulamalarında kontrol örneklerinde TFM içerikleri sırasıyla 660,34, 717,48, 633,20, 547,84 ve 565,70 mg/L'dır. Karbondioksit gazı uygulaması sonrası TFM içerikleri sırasıyla 660,34, 719,63, 614,45, 553,91 ve 553,20 mg/L olarak belirlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularında CO₂ gazı uygulaması TFM içeriklerinde kendi kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olmamıştır. H ve CO₂ gazı koşullarında en yüksek TFM içeriği 15 dakikalık uygulama süresinde, en düşük TFM içeriği ise 45 ve 60 dakikalık uygulama sürelerinde tespit edilmiştir. 60. dakika sonunda H ve CO₂ gazı altında tutulan örneklerde sırasıyla %14,33 ve %16,23 (0. dakika kontrol örneklerine göre) oranında azalma olmuştur ($p<0,05$).

Kozan Yerli portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda N₂ gazı uygulamalarında kontrol örneklerinde TFM içerikleri sırasıyla 723,91, 589,27,

549,63, 594,63 ve 624,98 mg/L'dır. Azot gazı uygulaması sonrası TFM içerikleri sırasıyla 723,91, 609,63, 606,77, 609,63 ve 614,27 mg/L olarak belirlenmiştir. N₂ gazı uygulaması kendi kontrol grubuna göre anlamlı bir etkiye neden olmamıştır. Uygulama süresi dikkate alındığında TFM içeriğinde anlamlı bir azalma olduğu gözlemlenmiştir (p<0,05). H ve N₂ gazı uygulanan örneklerde 15 dakikalık uygulama süresinde TFM içeriklerinde azalma olmuş ve bundan sonraki sürelerde önemli değişim olmamıştır.

Işık (2008) pastörizasyon sıcaklığının Hamlin ve Kozan Yerli çeşit portakal sularının kalite özellikleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmada, Hamlin çeşidine ait portakal sularının toplam fenolik madde miktarlarının 1596±283 ile 1772±555 mg/L arasında, Kozan Yerli çeşidine ait örneklerde ise 1972±39 ile 2483±315 mg/L arasında değişmekte olduğunu belirtmiştir. İki çeşit için de uygulanan farklı pastörizasyon uygulamalarının toplam fenolik madde içeriğine önemli bir etkide bulunmadığı rapor edilmiştir. Yaptığımız çalışmada ise işlem uygulanmamış Kozan yerli portakal sularının toplam fenolik madde miktarı 596,77 ile 723,91 mg/L arasında tespit edilmiştir. Cemeroğlu (2013)'e göre, fenolik bileşiklerin meyve ve sebzelerdeki miktarı meyvenin çeşidine, olgunluk aşamasına, yetiştirme koşullarına, hasat ve depolama koşulları gibi çok farklı faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz değerlerin önceki çalışmalardan düşük olmasının nedeninin bu faktörlere bağlı olduğu düşünülmektedir.

Turunç sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamalarında kontrol örneklerinde TFM içerikleri sırasıyla 1594,51, 1317,84, 1321,17, 1237,01 ve 1302,84 mg/L'dır. Oksijen gazı uygulaması sonrası TFM içerikleri sırasıyla 1594,51, 1302,84, 1275,34, 1227,01 ve 1118,67mg/L olarak belirlenmiştir. Turunç sularının TFM içeriği üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu bulgulanmıştır (p<0,05). O₂ gazı uygulaması ile 60 dakikalık uygulama süresinde TFM üzerindeki kayıp en fazla olmuştur (%29,84).

Turunç sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda CO₂ gazı uygulamalarında kontrol örneklerinde TFM içerikleri sırasıyla 1570,34, 1454,51, 1387,84, 1276,17 ve 1167,01 mg/L'dır. Karbondioksit gazı uygulaması sonrası

TFM içerikleri sırasıyla 1570,34, 1392,01, 1313,67, 1249,51 ve 1228,67 mg/L olarak belirlenmiştir. CO₂ gazı uygulaması kendi kontrol örneğine göre önemli bir değişime neden olmamıştır. Uygulama süresi arttıkça TFM içeriği daha fazla azalmıştır. N₂ gazı uygulaması da benzer bir değişime neden olmuştur.

Turunç sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda N₂ gazı uygulamalarında kontrol örneklerinde TFM içerikleri sırasıyla 1618,67, 1477,84, 1450,34, 1378,67 ve 1452,01 mg/L'dır. Azot gazı uygulaması sonrası sırasıyla 1618,67, 1521,17, 1454,51, 1457,84 ve 1455,34mg/L olarak belirlenmiştir. CO₂ gazı uygulaması ile benzer bir değişime neden olmuştur.

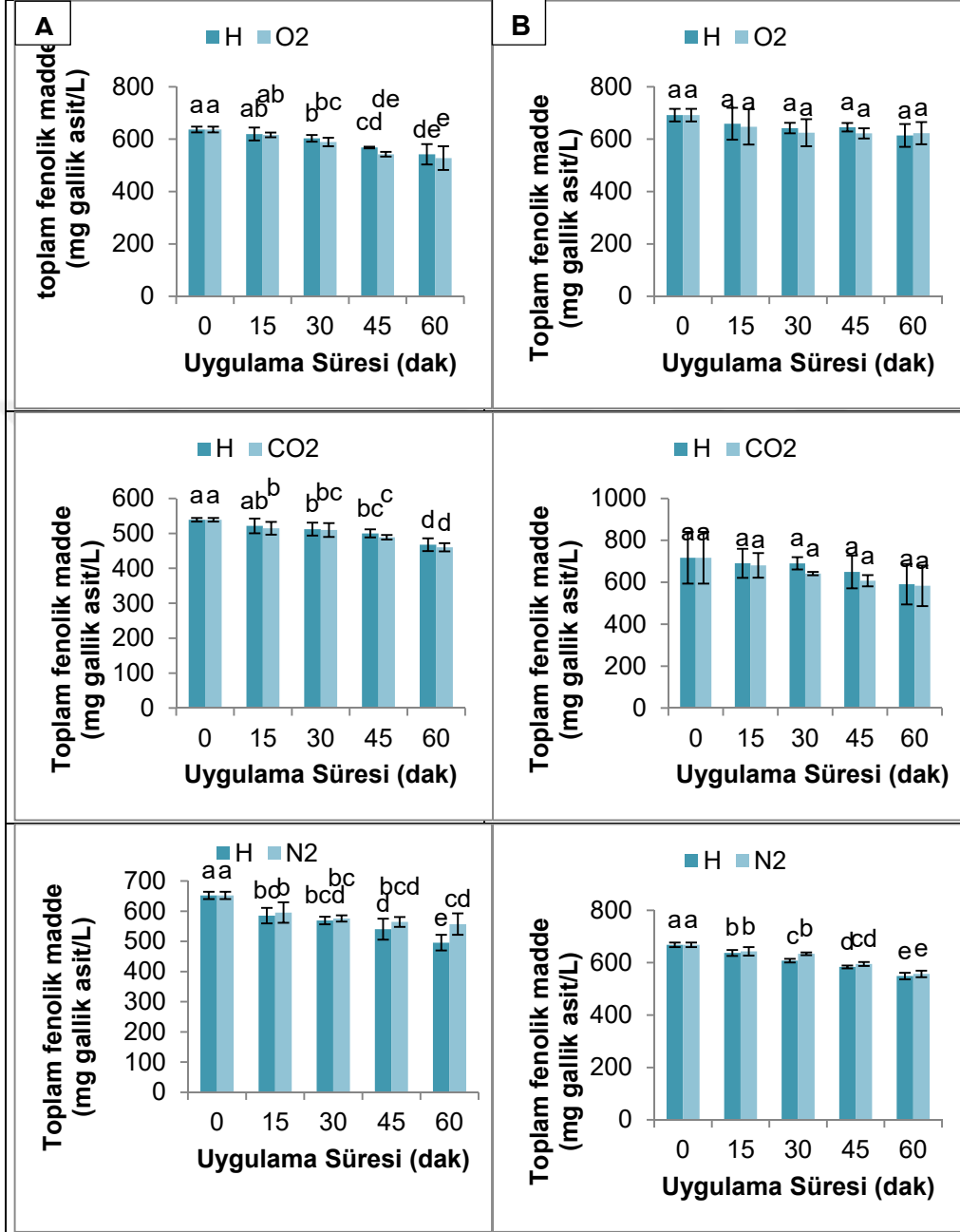
Turunçta biyoaktif bileşenlerin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, turunç suyunda TFM içeriği $473,89 \pm 0,30$ mg/L olarak belirlenmiştir (Karoui ve Marzouk, 2013).Yaptığımız çalışmada işlem görmemiş turunç suyu örneklerinde TFM içeriği 1570,34 ile 1618,67 mg/L arasında tespit edilmiştir.

Farklı atmosfer koşullarının portakal sularının toplam fenolik madde içerikleri üzerine etkisi ile ilgili bir çalışma mevcut olmadığından kıyaslama yapılamamıştır.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, toplam fenolik madde içerikleri üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisi tüm çeşitlerde önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Kozan Yerli ve Turunçta N₂ ortamında en fazla bulunurken Washington Navel çeşidinde O₂ gaz ortamında, Valencia'da CO₂ ortamında en fazla toplam fenolik madde bulunmuştur.

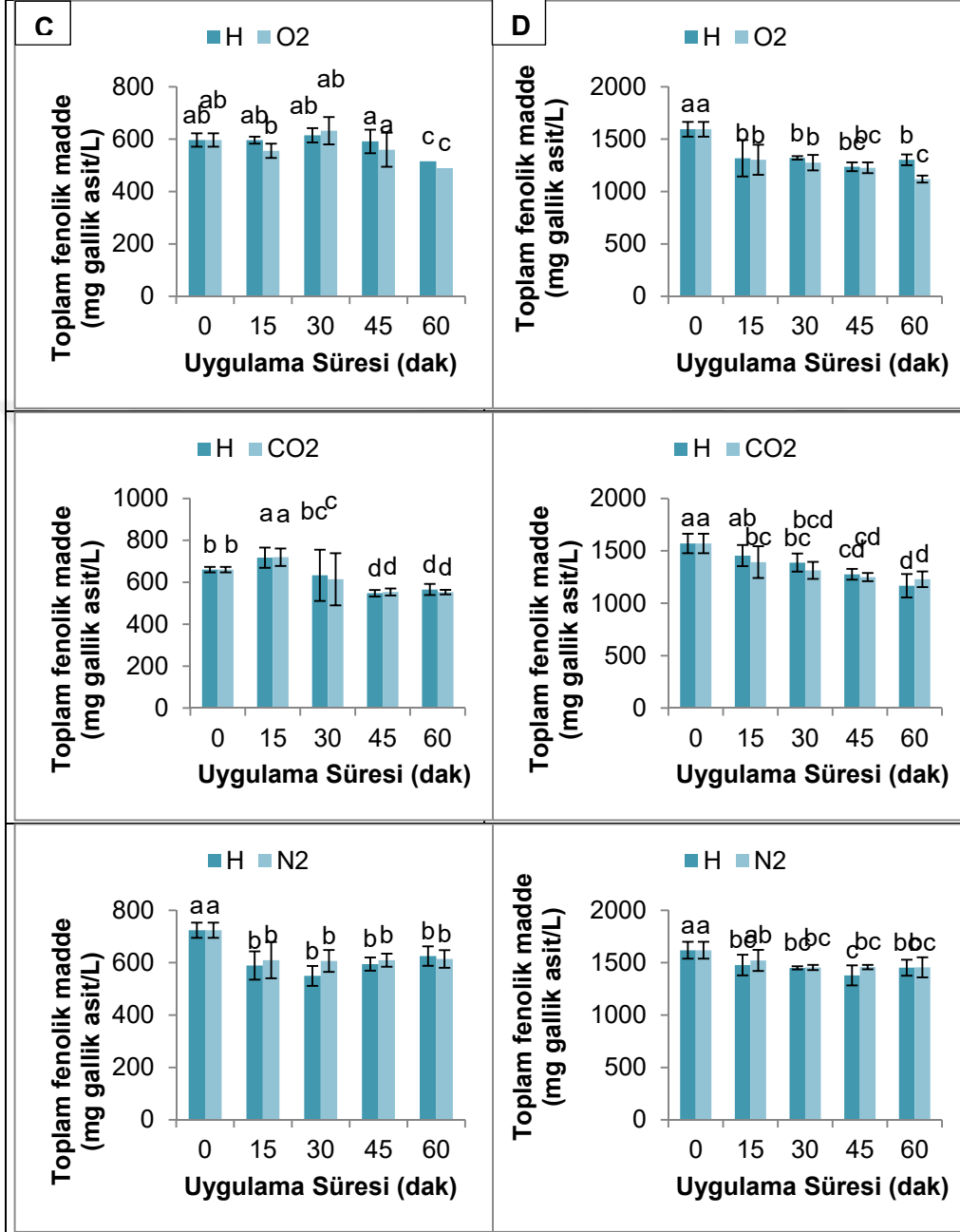
Tüm çeşitlere ait veriler birlikte değerlendirildiğinde çeşitler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur($p<0,05$).En yüksek toplam fenolik madde içerikleri Valencia çeşidinde olup onu Kozan Yerli, Turunç ve Washington Navel izlemiştir.

Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde ise gazlar arasındaki farklar önemli olup, toplam fenolik madde içeriği bakımından en az kaybın N₂ gazının altında tutulan örneklerde olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.11. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turuncğil sularının toplam fenolik madde içerikleri üzerine etkisi



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.12. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının toplam fenolik madde içerikleri üzerine etkisi

4.7. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının klorojenik asit içeriği üzerine etkisi

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turunçgil sularının klorojenik asit (KA) içeriğindeki değişimler Şekil 4.13 ve 4.14’ de verilmiştir.

Washington Navel portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamalarında kontrol örneklerinde KA içerikleri sırasıyla 5,79, 5,98, 6,10, 6,08 ve 6,25 mg/L’dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası KA içerikleri sırasıyla 5,79, 5,94, 5,96, 6,25 ve 6,18 mg/L olarak belirlenmiştir. Washington portakal sularının KA içeriği üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin kontrol grubuna göre etkisi önemli bulunmamıştır. CO₂ gazı çalışmasında Washington Navel kontrol örneklerinde KA içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 6,11, 6,33, 6,33, 6,25 ve 6,42 mg/L’dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrası KA içerikleri sırasıyla 6,11, 6,25, 6,33, 5,85 ve 6,11 mg/L olarak belirlenmiştir. Washington portakal sularının KA içeriğinde CO₂ gazı uygulaması ve süresine bağlı olarak anlamlı bir değişim gözlemlenmemiştir.

N₂ gazı çalışmasında Washington Navel kontrol örneklerinde KA içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 7,49, 7,21, 7,49, 7,13 ve 7,12 mg/L’dir. Azot gazı uygulaması sonrası KA içerikleri sırasıyla 7,49, 6,93, 6,79, 7,55 ve 7,31 mg/L olarak belirlenmiştir. Washington Navel portakal sularının KA içeriği üzerinde kendi kontrol örneğine göre önemli değişim gözlenmezken (30. dakika hariç) artan süre ile KA korunmuştur ($p < 0,05$).

Bazı portakal çeşitlerinde fenolik bileşenlerin araştırıldığı bir çalışmada Washington Navel portakal suyunda klorojenik asit içeriği 1,84 mg/L olarak tespit edilmiştir (Proteggente ve ark, 2003). Yaptığımız çalışmada işlem görmemiş Washington Navel örneklerinde klorojenik asit içeriği 5,79 ile 7,49 mg/L olarak tespit edilmiştir. Elde edilen değerlerin önceki çalışmalara göre yüksek olmasının meyvenin olgunluk durumu ve yetiştirme koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Valencia çeşidinden elde edilen portakal suyu örneklerinde 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı ile işlem öncesi kontrol örneklerinde KA içerikleri sırasıyla 20,95, 20,65, 19,91, 19,71 ve 19,73mg/L'dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası KA içerikleri sırasıyla 20,95, 21,97, 19,17, 19,47 ve 19,62mg/L olarak belirlenmiştir. Valencia portakal sularının KA içeriği üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin kontrol grubuna göre etkisinin anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

Valencia kontrol örneklerinde CO₂ çalışmasında KA içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 24,12, 24,81, 25,15, 23,32 ve 23,45mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulanması sonrası KA içerikleri sırasıyla 24,12, 25,20, 23,33, 23,15 ve 23,20mg/L olarak tespit edilmiştir. Valencia portakal sularının KA içeriği üzerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

N₂ gazı ile işlem öncesi Valencia kontrol örneklerinde KA içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 22,99, 23,65, 24,44, 24,47 ve 22,75 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrası KA içerikleri sırasıyla 22,99, 23,47, 25,10, 24,25 ve 22,59mg/L olarak belirlenmiştir. KA içeriği üzerinde N₂ gazı uygulamasının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olmadığı tespit edilmiştir.

Proteggente ve ark (2003), Valencia portakal suyunda klorojenik asit içeriğini 1,94 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada ise işlem görmemiş Valencia örneklerinde klorojenik asit içeriği 19,17 - 25,15 mg/L olarak tespit edilmiştir. Elde edilen değerlerin önceki çalışmalara göre yüksek olmasının meyvenin olgunluk durumu ve yetiştirme koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kozan yerli portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ uygulamasında kontrol örneklerinde KA içerikleri sırasıyla 12,23, 11,76, 12,47, 11,60 ve 12,57mg/L'dir. Oksijen gazı uygulamasından sonra KA içerikleri sırasıyla 12,23, 11,65, 12,19, 11,60 ve 11,85 mg/L olarak belirlenmiştir. O₂ gazı uygulamasının örneklerin KA içeriklerinde kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olmadığı bulgulanmıştır.

Kozan yerli portakal sularında CO₂ gazı uygulamasında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde KA içerikleri sırasıyla 12,13, 11,46, 11,93, 11,85 ve 11,17 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrasında KA içerikleri sırasıyla 12,13, 12,01, 11,79, 11,87 ve 10,78 mg/L olarak belirlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının KA içeriği üzerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir.

N₂ gazı ile işlem öncesi Kozan Yerli kontrol örneklerinde KA içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 12,67, 12,26, 12,05, 12,37 ve 12,25 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrası KA içerikleri sırasıyla 12,67, 12,67, 12,04, 13,09 ve 12,33 mg/L olarak belirlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının KA içerikleri üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin anlamlı olduğu gözlemlenmiştir (p<0,05). N₂ gazı uygulanan örneklerin KA içeriklerinde ise dalgalanma olduğu belirlenmiştir. Ancak yorumlanabilir bulunmamıştır.

Yapılan çalışmalarda, işlem görmemiş Kozan yerli portakallarında klorojenik asit içeriği 8,49±0,57 mg/L olarak (Kelebek ve ark, 2009), Valencia portakal suyu örneklerinde ise 15,22 mg/L olarak tespit edilmiştir (Ağçam, 2011). Elde ettiğimiz sonuçlara göre, işlem görmemiş Kozan Yerli portakal suyu örneklerinde klorojenik asit içeriği 11,17 ile 12,67 mg/L aralığında belirlenmiştir.

Turunç çeşidinden elde edilen örneklerde 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamasında kontrol örneklerinde KA içerikleri sırasıyla 17,37, 17,31, 18,63, 19,31 ve 18,07 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulamasından sonra KA içerikleri sırasıyla 17,37, 18,01, 18,81, 19,73 ve 18,10 mg/L olarak belirlenmiştir. Turunç sularının KA içeriği üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

CO₂ gazı ile işlem öncesi turunç kontrol örneklerinde KA içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 13,70, 13,07, 14,48, 15,26 ve 15,65 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonucunda KA içerikleri sırasıyla 13,70, 13,00, 14,49, 13,99 ve 15,91 mg/L olarak belirlenmiştir. Turunç sularının KA içeriği üzerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin anlamlı olmadığı tespit edilmiştir (p>0,05).

Turunç sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda N₂ gazı çalışmasında kontrol örneklerinde KA içerikleri sırasıyla 18,21, 20,04, 17,81, 14,97 ve 16,23 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrasında KA içerikleri sırasıyla 18,21, 19,20, 16,89, 16,62 ve 16,09 mg/L olarak tespit edilmiştir. Turunç sularının KA içeriği üzerinde N₂ gazı uygulamasının kendi kontrol örneğine göre etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir. Uygulama süresi dikkate alındığında kontrol grubu örneklerinin KA içeriklerinde dalgalanma olduğu belirlenmiştir. Artan süre uygulamaları ile KA içeriklerinde azalmalar olmuştur (p<0,05).

Turunçta biyoaktif bileşenlerin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, klorojenik asit içeriği turunç kabuğunda 0,12 ± 0,01mg/g olarak belirlenirken, turunç suyunda tespit edilememiştir (Karoui ve Marzouk, 2013).

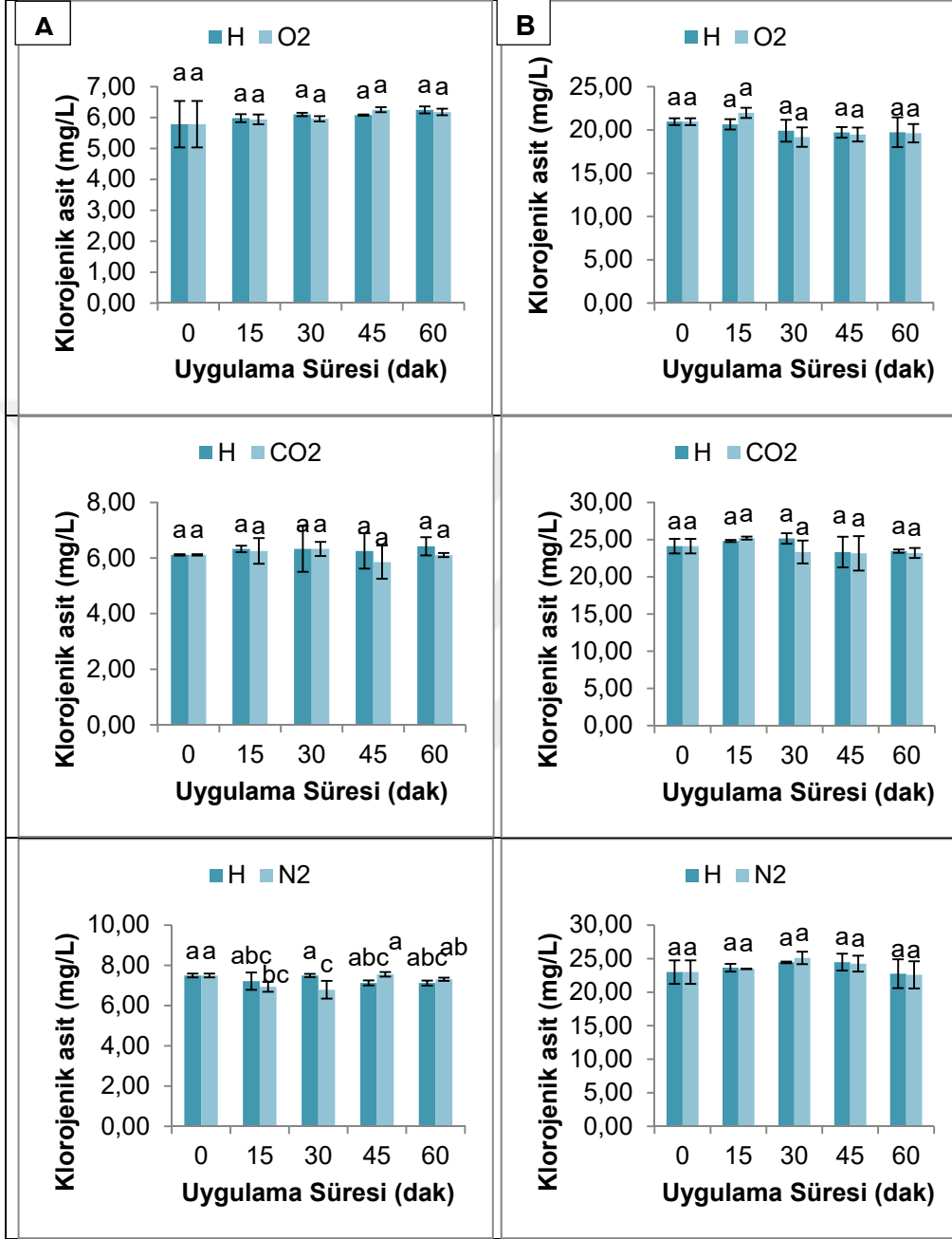
Yaptığımız çalışmada ise işlem görmemiş turunç suyu örneklerinde klorojenik asit içeriğinin 13,07 ile 20,04 mg/L aralığında değiştiği belirlenmiştir.

Farklı atmosfer koşullarının portakal sularının klorojenik asit içerikleri üzerine etkisi ile ilgili bir çalışma mevcut olmadığından kıyaslama yapılamamıştır.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, klorojenik asit içerikleri üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisi tüm çeşitlerde önemli bulunmuştur (p<0,05). Washington Navel ve Kozan Yerli'de N₂ ortamında en fazla bulunurken, Valencia çeşidinde CO₂ gaz ortamında, turunçta O₂ ortamında en fazla klorojenik asit bulunmuştur.

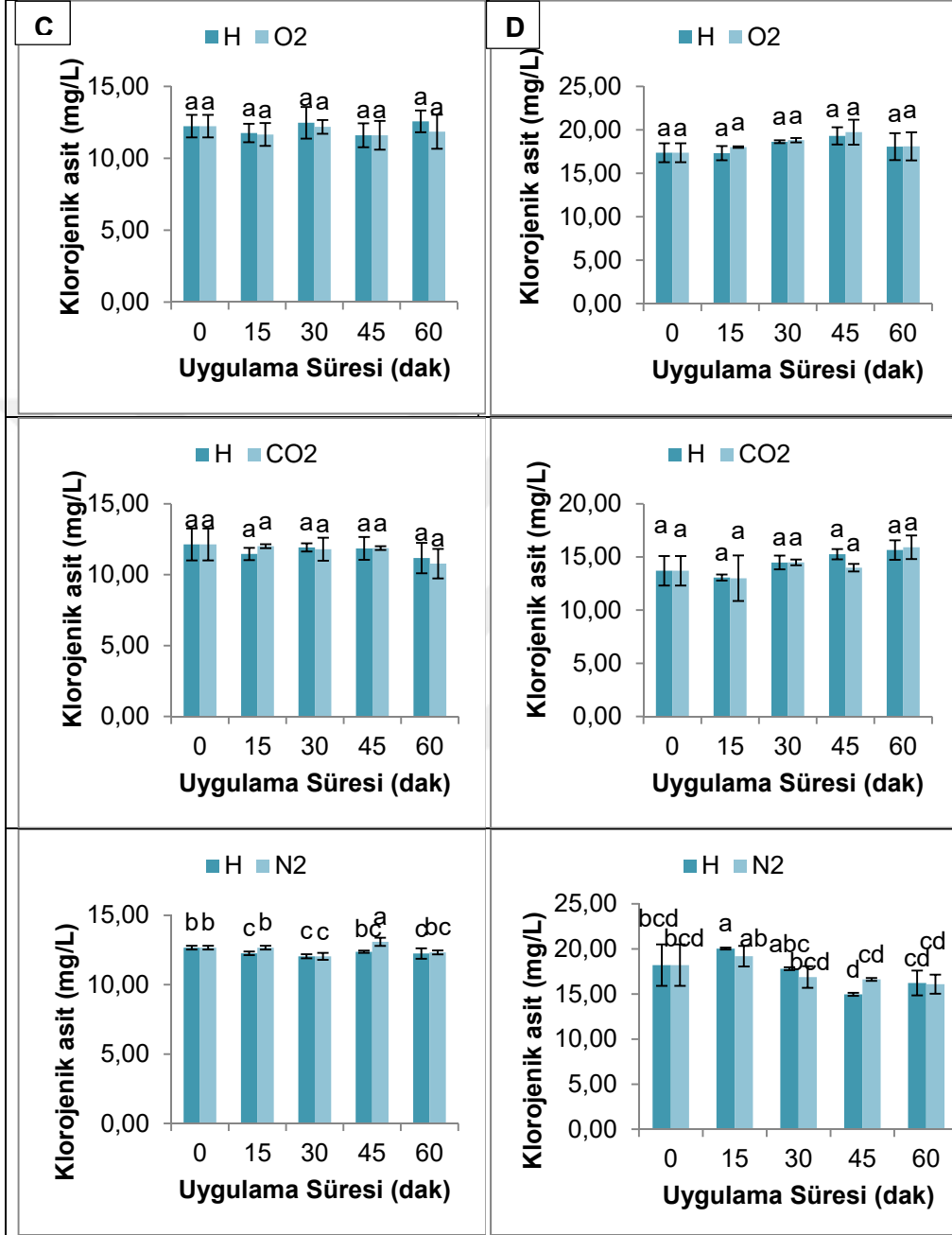
Tüm çeşitlere ait veriler birlikte değerlendirildiğinde çeşitler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (p<0,05). En yüksek klorojenik asit içeriği içerikleri Valencia çeşidinde olup onu Turunç, Kozan Yerli ve Washington Navel izlemiştir.

Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde ise klorojenik asit içeriği bakımından gazlar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.13. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turuncu sularının klorojenik asit içerikleri üzerine etkisi



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.14. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turuncğil sularının klorojenik asit içerikleri üzerine etkisi

4.8. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının naringin içerikleri üzerine etkisi

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turunçgil sularının naringin içeriklerindeki değişimler Şekil 4.15 ve 4.16' de verilmiştir.

Washington Navel portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamasında kontrol örneklerinde naringin içerikleri sırasıyla 101,28, 83,75, 96,45, 100,69 ve 89,03 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası naringin içerikleri sırasıyla 101,28, 84,87, 96,37, 102,24 ve 90,34 mg/L olarak belirlenmiştir. Washington portakal sularının naringin içeriği üzerinde O₂ gazı uygulamalarında kendi kontrol örneğine göre önemli bir değişime neden olmamıştır. Ancak 0. dakika örneklerine göre değişimler önemli olmuştur. Uygulama süresi dikkate alındığında naringin içeriğinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır. 60. dakika sonunda sırasıyla H ve O₂ ortamında tutulanlarda %12,09 ve %10,80 oranında azalmalar olmuştur.

CO₂ gazı uygulamasında Washington Navel kontrol örneklerinde naringin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 74,11, 63,20, 87,33, 72,81 ve 63,65 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrası naringin içerikleri sırasıyla 74,11, 62,11, 84,48, 70,98 ve 73,85 mg/L olarak belirlenmiştir. Washington portakal sularının naringin içeriğinde CO₂ gazı uygulaması kontrol örneklerine göre önemli bir değişime neden olmamıştır. Uygulama süresi dikkate alındığında naringin içeriğinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır.

N₂ gazı uygulamasında Washington Navel kontrol örneklerinde naringin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 81,54, 73,97, 73,37, 90,41 ve 72,93 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrası naringin içerikleri sırasıyla 81,54, 72,23, 69,33, 88,07 ve 79,89 mg/L olarak belirlenmiştir. Washington Navel portakal sularının naringin içeriği üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir (p<0,05). Ancak yorumlanabilir sonuçlar olarak görülmemektedir. Uygulama süresi dikkate alındığında naringin içeriğinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir.

Rouseff ve ark (1987), 52 turunçgil çeşidi ile yaptıkları çalışmada naringinin tatlı portakallarda (*C. sinensis*) bulunmadığını rapor etmişlerdir.

Ortuno ve ark (1997), olgun *C. sinensis* ve *C.paradisi* melezi *Agrionja* portakalında naringin içeriğini 93 ± 4 mg/Lolarak tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada ise işlem görmemiş Washington Navel portakal suyu örneklerinde naringin içeriği 63,20 ile 101,28 mg/L aralığında tespit edilmiştir.

Valencia çeşidinden elde edilen portakal suyu örneklerinde 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamasında kontrol örneklerinde naringin içerikleri sırasıyla 29,60, 30,79, 28,10, 28,51 ve 36,33 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası naringin içerikleri sırasıyla 29,60, 30,15, 26,85, 25,26 ve 28,58 mg/L olmuştur. Valencia portakal sularının naringin içeriği üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Uygulama süresi incelendiğinde naringin içeriklerinde dalgalanma olduğu tespit edilmiştir. Uygulama sürecinde azalmalar görülmektedir.

Valencia kontrol örneklerinde CO₂ gazı uygulamasında naringin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 35,77, 28,20, 31,66, 34,39 ve 32,58 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulanması sonrası naringin içerikleri sırasıyla 35,77, 28,00, 35,49, 31,45 ve 31,39 mg/L olarak tespit edilmiştir. Valencia portakal sularının naringin içeriği üzerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). 0. dakikadaki kontrol örneğine göre azalmalar görülsede kararsız değişim söz konusudur.

N₂ gazı uygulamasında Valencia kontrol örneklerinde naringin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 28,51, 28,00, 26,98, 23,38 ve 33,55 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrası naringin içerikleri sırasıyla 28,51, 29,45, 27,10, 22,68 ve 28,28 mg/L olarak belirlenmiştir. Naringin içeriği üzerinde 60 dakikalık N₂ gazı uygulamasının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında naringin içeriğinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır.

Dhuique-Mayer ve ark (2005) ve Gattuso ve ark (2007) yaptıkları çalışmalarda Valencia portakal suyunda naringin tespit edemediklerini bildirmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada olgun *C. sinensis* ve *C.paradisi* melezi *Agrionja* portakalında naringin içeriği 93 ± 4 mg/Lolarak tespit edilmiştir (Ortuno ve ark, 1997). Yaptığımız çalışmada işlem görmemiş Valencia portakal suyu örneklerinde naringin içeriği 23,38 ile 35,77 mg/L aralığında belirlenmiştir. Elde edilen bu değerlerin düşük olmasının muhtemel nedeni olarak meyvenin olgunluk durumu ve yetiştirme koşullarındaki farklılıklar düşünülmektedir.

Kozan yerli portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamasında kontrol örneklerinde naringin içerikleri sırasıyla 22,58, 22,06, 19,53, 21,36 ve 22,97 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulamasından sonra naringin içerikleri sırasıyla 22,58, 22,88, 21,27, 21,67 ve 22,76 mg/L olarak belirlenmiştir. O₂ gazı uygulaması ve süresi naringin içeriklerinde kendi kontrol grubuna ve 0. dakikadaki kontrole göre anlamlı bir değişime neden olmamıştır.

Kozan yerli portakal sularında CO₂ gazı uygulamasında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde naringin içerikleri sırasıyla 22,58, 24,18, 19,95, 23,21 ve 23,20 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrasında naringin içerikleri sırasıyla 22,58, 23,62, 18,14, 21,83 ve 23,22 mg/L olarak belirlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının naringin içeriği üzerinde CO₂ gazı uygulaması kendi kontrol örneklerine göre anlamlı bir değişime neden olmamıştır. Uygulama süresi dikkate alındığında naringin içeriğinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. N₂ gazı uygulamasında Kozan Yerli kontrol örneklerinde naringin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 25,25, 28,40, 22,50, 28,59 ve 22,21 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrası naringin içerikleri sırasıyla 25,25, 26,35, 23,85, 30,34 ve 23,49 mg/L olarak belirlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının naringin içeriği üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir. Uygulama süresi dikkate alındığında naringin içeriğinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir.

Kozan yerli portakallarında fenolik kompozisyonun belirlendiği bir çalışmada işlem görmemiş örneklerde naringin içeriği $2,23 \pm 0,15$ mg/L olarak tespit edilmiştir (Kelebek ve ark, 2009).

Başka bir çalışmada taze Kozan Yerli portakal suyu örneklerinde naringin içeriği 10,59 mg/L olarak tespit edilmiştir (Ağçam, 2011). Yaptığımız çalışmada ise işlem görmemiş Kozan Yerli portakal suyu örneklerinde naringin içeriği 19,53 ile 28,59 mg/L aralığında belirlenmiştir. Elde edilen değerlerin önceki çalışmalara göre yüksek olmasının meyvenin olgunluk durumu ve yetiştirme koşullarındaki farklılıktan kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

Turunç sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamasında kontrol örneklerinde naringin içerikleri sırasıyla 400,82, 458,83, 424,84, 430,64 ve 372,98 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulaması sonrasında naringin içerikleri sırasıyla 400,82, 429,13, 423,82, 422,98 ve 342,20 mg/L olarak belirlenmiştir. Turunç sularının naringin içeriği üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). En düşük naringin içeriği O₂ gazının 60 dakika uygulanmasıyla belirlenmiştir.

CO₂ gazı uygulamasında turunç kontrol örneklerinde naringin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 334,56, 334,32, 318,55, 325,45 ve 327,74 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonucunda naringin içerikleri sırasıyla 334,56, 329,96, 329,18, 333,26 ve 360,94 mg/L olarak belirlenmiştir. Turunç sularının naringin içeriğinde CO₂ gazı uygulaması ve süresine bağlı olarak anlamlı bir değişim gözlemlenmemiştir ($p > 0,05$).

Turunç sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda N₂ gazı uygulamasında kontrol örneklerinde naringin içerikleri sırasıyla 334,56, 313,38, 280,93, 269,39 ve 308,91 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrasında naringin içerikleri sırasıyla 334,56, 326,70, 304,67, 318,27 ve 285,14 mg/L olarak tespit edilmiştir. Turunç sularının naringin içeriği üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin anlamlı olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). Naringin içeriği üzerinde 30, 45 ve 60 dakikalık N₂ gazı uygulamalarının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime

neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında naringin içeriğinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir.

Gattuso ve arkadaşlarının (2007) yaptığı bir çalışmada turunç meyvesi flavonoid içeriği bakımından incelenmiş ve bu içerik bakımından portakaldan farklılık, altıntop meyvesiyle benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada 100 mL turunç suyunda 1,97 mg naringin tespit edilmiştir.

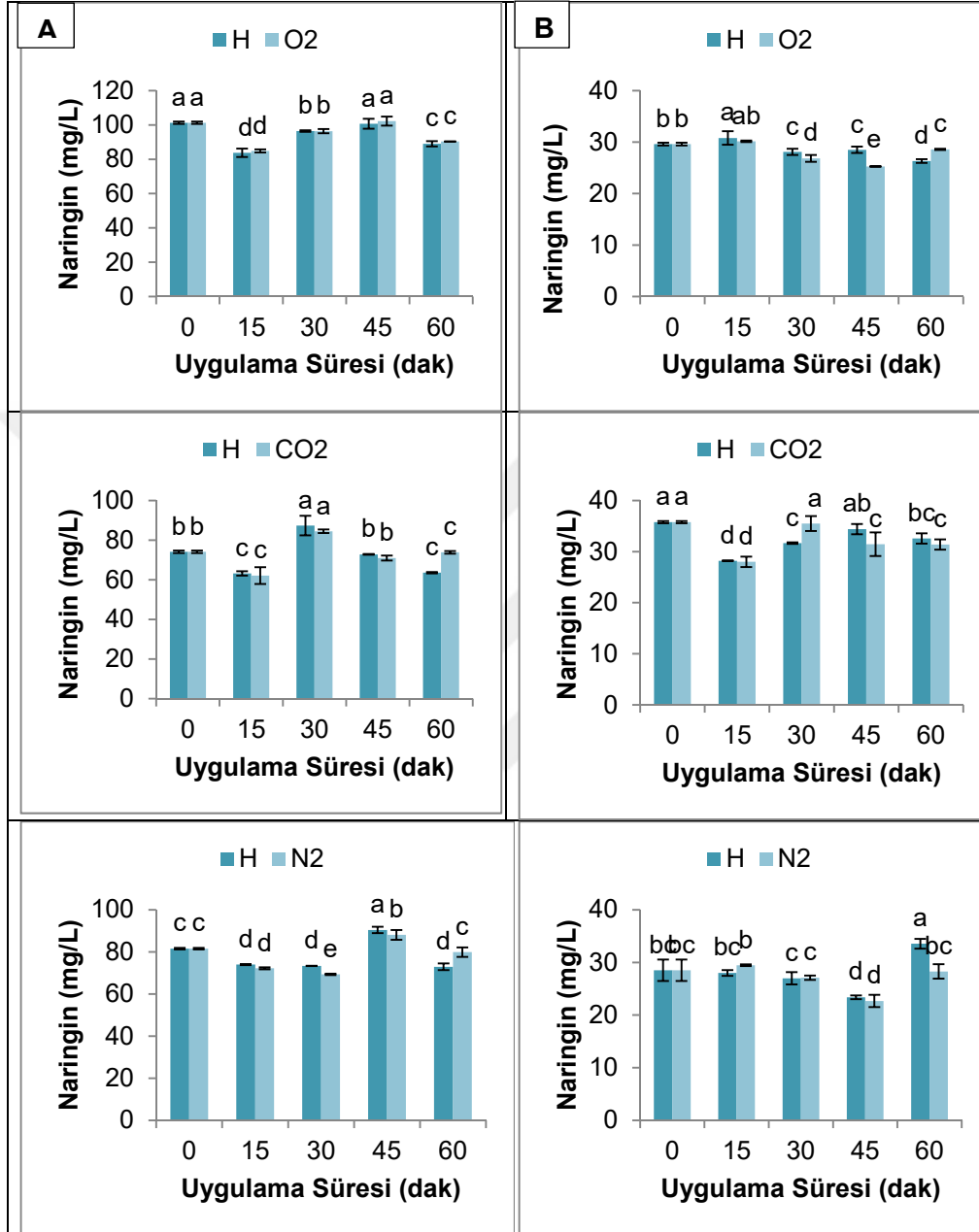
Rouseff ve ark (1987), 52 turunçgil çeşidinden elde ettikleri meyve sularında narirutin, hesperidin, naringin ve neohesperidin konsantrasyonlarını HPLC ile tespit etmişlerdir. Naringin ve neohesperidinin tatlı portakallarda (*C. sinensis*) bulunmadığını fakat ekşi portakallarda (*C. aurantium*) değişen oranlarda (150-350 mg/L ve 100-200 mg/L) bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Gattuso ve ark (2007), turunç suyuyla yaptıkları çalışmada naringin içeriğinin 19,7mg /100g meyve suyu olduğunu bildirmişlerdir.

Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde yapılan istatistiksel analiz sonucunda, naringin içeriği üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir.

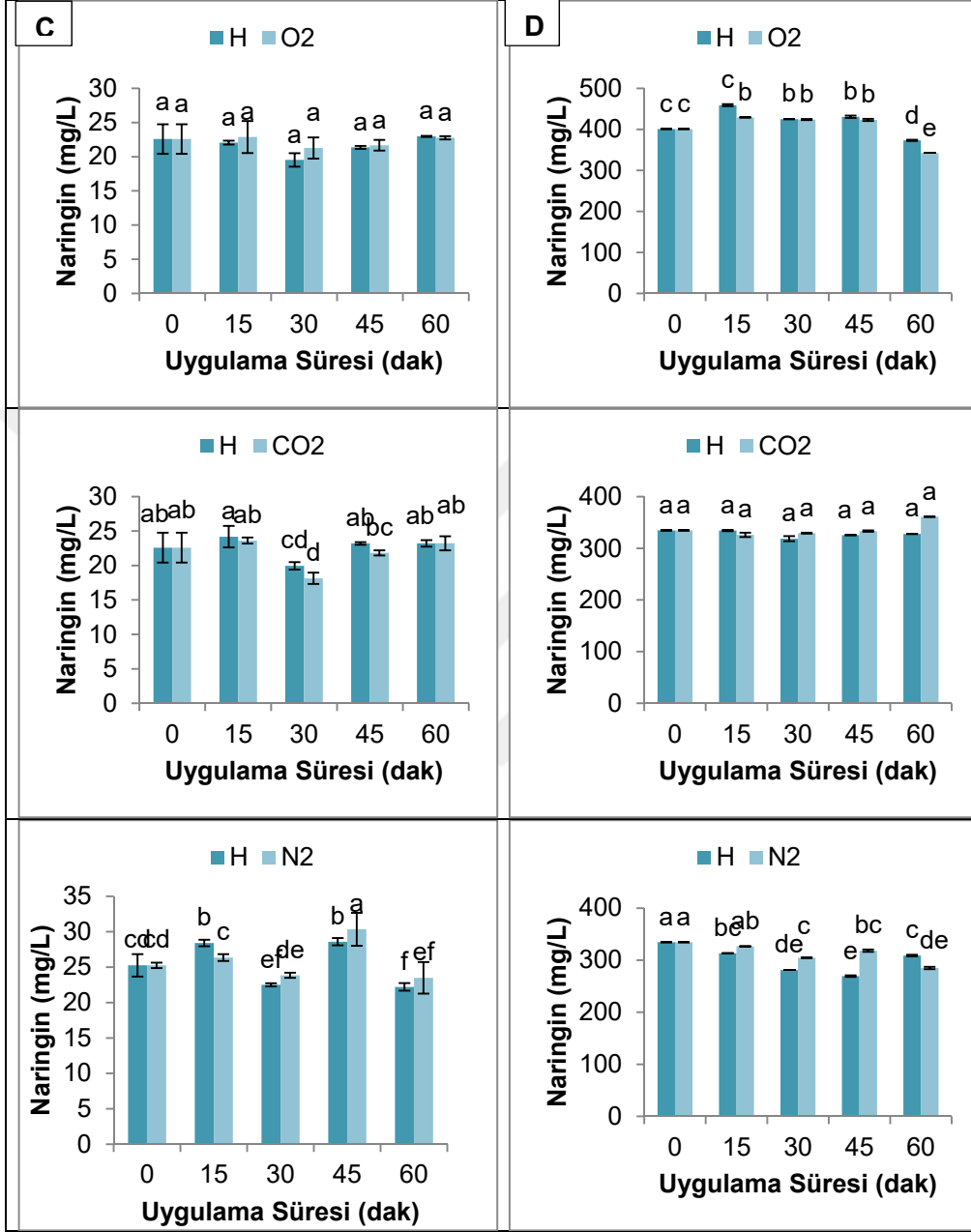
Tüm çeşitlere ait veriler birlikte değerlendirildiğinde naringin içeriği bakımından çeşitler arasındaki farklılıklarönemli bulunmuştur($p<0,05$).En yüksek içeriğe Turunç sahipken onu Washington Navel, Valencia ve Kozan Yerli çeşidi izlemiştir ($p<0,05$).

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, naringin içeriği üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisi Washington Navel ve Turunç suyunda O₂ ortamında daha fazla ve diğer iki gaz ortamından farklı, Kozan Yerli’de azot gazında daha fazla, Valencia’da CO₂ ve O₂ gazlarında daha fazla bulunmuştur($p<0,05$).



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.15. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turuncğil sularının naringin içerikleri üzerine etkisi



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.16. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının naringin içerikleri üzerine etkisi

4.9. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının hesperidin içerikleri üzerine etkisi

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turunçgil sularının hesperidin içeriklerindeki değişimler Şekil 4.17 ve 4.18’ te verilmiştir.

Washington Navel portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamasında kontrol örneklerinde hesperidin içerikleri sırasıyla 386,67, 319,64, 323,31, 342,96 ve 367,14 mg/L’dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası hesperidin içerikleri sırasıyla 386,67, 328,24, 320,79, 337,89 ve 373,14 mg/L olarak belirlenmiştir. Washington portakal sularının hesperidin içeriği üzerinde O₂ gazı uygulamasının kendi kontrol örneğine göre etkisi önemli bulunmamıştır. Uygulama süresi dikkate alındığında hesperidin içeriğinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır. 60 dakikalık uygulama süresi sonunda artış olmuştur (p<0,05). En düşük hesperidin içeriği 15, 30 ve 45 dakikalık uygulama sürelerinde tespit edilmiştir.

CO₂ gazı uygulamasında Washington Navel kontrol örneklerinde hesperidin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 395,2, 319,56, 293,24, 292,51 ve 309,21 mg/L’dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrası hesperidin içerikleri sırasıyla 395,21, 292,70, 298,06, 272,76 ve 272,67 mg/L olarak belirlenmiştir. Washington portakal sularının hesperidin içeriği üzerinde CO₂ gazı uygulaması kendi kontrol örneklerine göre azalmalar yalnızca 60 dakikalık örnek grubunda önemli bulunmuştur. Uygulama süresi dikkate alındığında, 0.dakikadaki kontrol örneğine göre azalmalar söz konusudur.

N₂ gazı uygulamasında Washington Navel kontrol örneklerinde hesperidin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 477,36, 385,65, 384,50, 378,34 ve 349,46 mg/L’dir. Azot gazı uygulaması sonrası hesperidin içerikleri sırasıyla 477,36, 392,31, 363,79, 376,98 ve 348,28 mg/L olarak tespit edilmiştir. N₂ gazı uygulamasının Washington Navel portakal sularının hesperidin içeriği üzerindeki etkisi kendi kontrol örneğine göre istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Uygulama süresinin artışı ile hesperidin içeriklerinde artışlar olmuştur.

Yapılan bir çalışmada, işlem görmemiş Washington Navel örneklerinde hesperidin içeriği 35,1 ile 552 mg/L aralığında tespit edilmiştir (Gattuso ve ark, 2007). Aynı çalışmada ticari portakal suyu örneğinde hesperidin içeriği 44,5 ile 763 mg/L aralığında değişim göstermiştir.

Proteggente ve ark (2003), Navel portakal sularının fenolik bileşenlerini araştırdıkları çalışmalarında hesperidin miktarını sırasıyla; 100,75 mg/L olarak belirlemişlerdir. Kanitsar ve ark (2001), Navel portakal çeşidinden elde ettikleri meyve suyunda 196 mg/L hesperidin tespit etmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada ise işlem görmemiş Washington portakal suyu örneklerinin hesperidin içeriğinin 292,51 ile 477,36 mg/L arasında olduğu tespit edilmiştir.

Valencia çeşidinden elde edilen portakal suyu örneklerinde 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamasında kontrol örneklerinde hesperidin içerikleri sırasıyla 519,37, 420,03, 357,19, 393,86 ve 387,26 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası hesperidin içerikleri sırasıyla 519,37, 429,93, 377,72, 380,62 ve 417,99 mg/L olarak belirlenmiştir. Valencia portakal sularının hesperidin içeriği üzerinde O₂ gazı uygulamasının etkisi kendi kontrol grubuna göre farklı bulunmamıştır. Uygulama süresi dikkate alındığında hesperidin içeriklerinde zamana bağlı olarak gerçekleşen azalma istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). 60 dakikalık uygulama sonunda 0. dakika kontrol örneklerine göre azalmalar H için %25,44 ve O₂ gazı altında tutulan örnekler için %19,52 oranında olmuştur.

Valencia kontrol örneklerinde CO₂ gazı uygulamasında hesperidin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 455,54, 454,28, 430,52, 369,75 ve 400,95 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulanması sonrası hesperidin içerikleri sırasıyla 455,54, 434,32, 405,25, 359,76 ve 400,14 mg/L olarak tespit edilmiştir. Valencia portakal sularının hesperidin içeriği üzerinde CO₂ gazı uygulamasının etkisi O₂ uygulamasında olduğu gibi kendi kontrol grubuna göre farklı bulunmamıştır. Uygulama süresi dikkate alındığında hesperidin içeriklerinde zamana bağlı olarak gerçekleşen azalma istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). 60 dakikalık uygulama

sonunda 0. dakika kontrol örneklerine göre azalmalar H için %11,98 ve CO₂ gazı altında tutulanlarda %12,16 oranında olmuştur.

N₂ gazı uygulamasında Valencia kontrol örneklerinde hesperidin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 454,57, 419,74, 399,23, 338,00 ve 319,97 mg/L'dır. Azot gazı uygulaması sonrası hesperidin içerikleri sırasıyla 454,57, 436,15, 378,49, 318,38 ve 345,89 mg/L olarak belirlenmiştir. Hesperidin içeriği üzerinde N₂ gazı uygulamasının etkisi O₂ ve CO₂ uygulamasında olduğu gibi kendi kontrol grubuna göre farklı bir değişime neden olmadığı tespit edilmiştir. Uygulama süresi dikkate alındığında hesperidin içeriklerinde zamana bağlı olarak gerçekleşen azalma istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). 60 dakikalık uygulama sonunda 0. dakika kontrol örneklerine göre azalmalar H için %29,61 ve N₂ gazı altında tutulanlarda %23,91 oranında olmuştur.

Dhuique-Mayer ve ark (2005) tarafından Akdeniz turuncgil çeşitlerine (Salustiana, Hamlin, Shamouti, Pera, Valencia, Maltaise, Sanguinelli ve Cara-cara) ait portakal suları ile yapılan bir çalışmada, hesperidin miktarı 397–552 mg/L aralığında tespit edilmiştir.

Gattuso ve ark (2007) tarafından yapılan çalışmalarda Valencia portakal suyunda hesperidin miktarı 257 mg/L olarak tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada işlem görmemiş Valencia portakal suyu örneklerinde hesperidin miktarı 319,97 ile 519,37 mg/L arasında tespit edilmiştir.

Kozan yerli portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamasında kontrol örneklerinde hesperidin içerikleri sırasıyla 450,52, 374,81, 291,92, 335,66 ve 296,59 mg/L'dır. Oksijen gazı uygulamasından sonra hesperidin içerikleri sırasıyla 450,52, 372,78, 308,29, 351,42 ve 294,42 mg/L olarak belirlenmiştir. O₂ gazı uygulaması hesperidin içeriklerinde kendi kontrol örneklerine göre önemli bir değişime neden olmamıştır. Uygulama süresi dikkate alındığında hesperidin içeriğinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. 60 dakikalık uygulama sonunda 0. dakika kontrol örneklerine göre azalmalar H için %34,17 ve N₂ gazı altında tutulanlar için %34,71 oranında olmuştur. Kozan yerli portakal

sularında CO₂ gazı çalışmasında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde hesperidin içerikleri sırasıyla 450,52, 397,34, 297,47, 274,69 ve 269,02 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrasında hesperidin içerikleri sırasıyla 450,52, 419,45, 284,63, 258,92 ve 203,64 mg/L olarak belirlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının hesperidin içeriği üzerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında hesperidin içeriğinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Kontrol örneğine göre azalmalar 60. dakika sonundaki örnekte önemli olmuştur.

N₂ gazı uygulamasında Kozan Yerli kontrol örneklerinde hesperidin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 463,36, 415,31, 352,87, 306,63 ve 311,41 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrası hesperidin içerikleri sırasıyla 463,36, 394,40, 346,95, 311,28 ve 312,87 mg/L'dir. Kozan Yerli portakal sularının hesperidin içeriği üzerinde N₂ gazı uygulamasının etkisi anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Kozan yerli çeşidi için diğer iki gaz uygulamasında olduğu gibi kontrol örneğine göre önemli değişim olmasa da hesperidin içeriğinde azalma olduğu gözlemlenmektedir.

Literatürde işlem görmemiş Kozan yerli portakallarında hesperidin içeriği 171,17±4,87 mg/L olarak (Kelebek ve ark, 2009), taze Kozan Yerli portakal suyu örneklerinde 233,07 mg/L olarak tespit edilmiştir (Ağçam, 2011).

Yaptığımız çalışmada ise işlem görmemiş Kozan Yerli portakal suyu örneklerinde hesperidin içeriği 269,02 ile 463,36 mg/L aralığında belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların önceki çalışmalara kıyasla yüksek olmasının meyvenin olgunluk durumu ve yetiştirme koşullarındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Turunc çeşidinden elde edilen örneklerde 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamasındakontrol örneklerinde hesperidin içerikleri sırasıyla 334,56, 379,06, 352,32, 393,48 ve 336,62 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulamasından sonra hesperidin içerikleri sırasıyla 334,56, 355,95, 388,10, 398,96 ve 336,52 mg/L olarak belirlenmiştir. Turunc sularının hesperidin içeriği üzerinde O₂ gazı

uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Uygulama süresine göre incelendiğinde hesperidin içeriğinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. CO₂ gazı uygulamasında turunç suyu kontrol örneklerinde hesperidin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 334,56, 307,38, 319,09, 293,79 ve 314,12 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonucunda hesperidin içerikleri sırasıyla 334,56, 331,50, 318,17, 269,49 ve 286,92 mg/L olarak belirlenmiştir. Turunç sularının hesperidin içeriğinde CO₂ gazı uygulaması ve süresine bağlı olarak önemli bir değişim gözlemlenmemiştir.

Turunç sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda N₂ gazı uygulamasında kontrol örneklerinde hesperidin içerikleri sırasıyla 334,56, 315,59, 280,93, 275,76 ve 308,91 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrasında hesperidin içerikleri sırasıyla 334,56, 332,61, 307,45, 290,33 ve 286,46 mg/L olarak tespit edilmiştir. Turunç sularının hesperidin içeriği üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında hesperidin içeriğinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada hesperidin içeriği olgunlaşmış turunçta $1\pm0,3$ mg/L, olgun olmayan turunçta ise $6\pm0,4$ mg/L olarak tespit edilmiştir (Ortuno ve ark, 1997). Yaptığımız çalışmada işlem görmemiş turunç suyu örneklerinde hesperidin içeriği 280,93 ile 393,48 mg/L aralığında tespit edilmiştir. Örneklerimizde elde ettiğimiz sonuçların önceki çalışmalara kıyasla yüksek olmasının meyvenin olgunluk durumuna ve yetiştirme koşullarına bağlı olduğu düşünülmektedir.

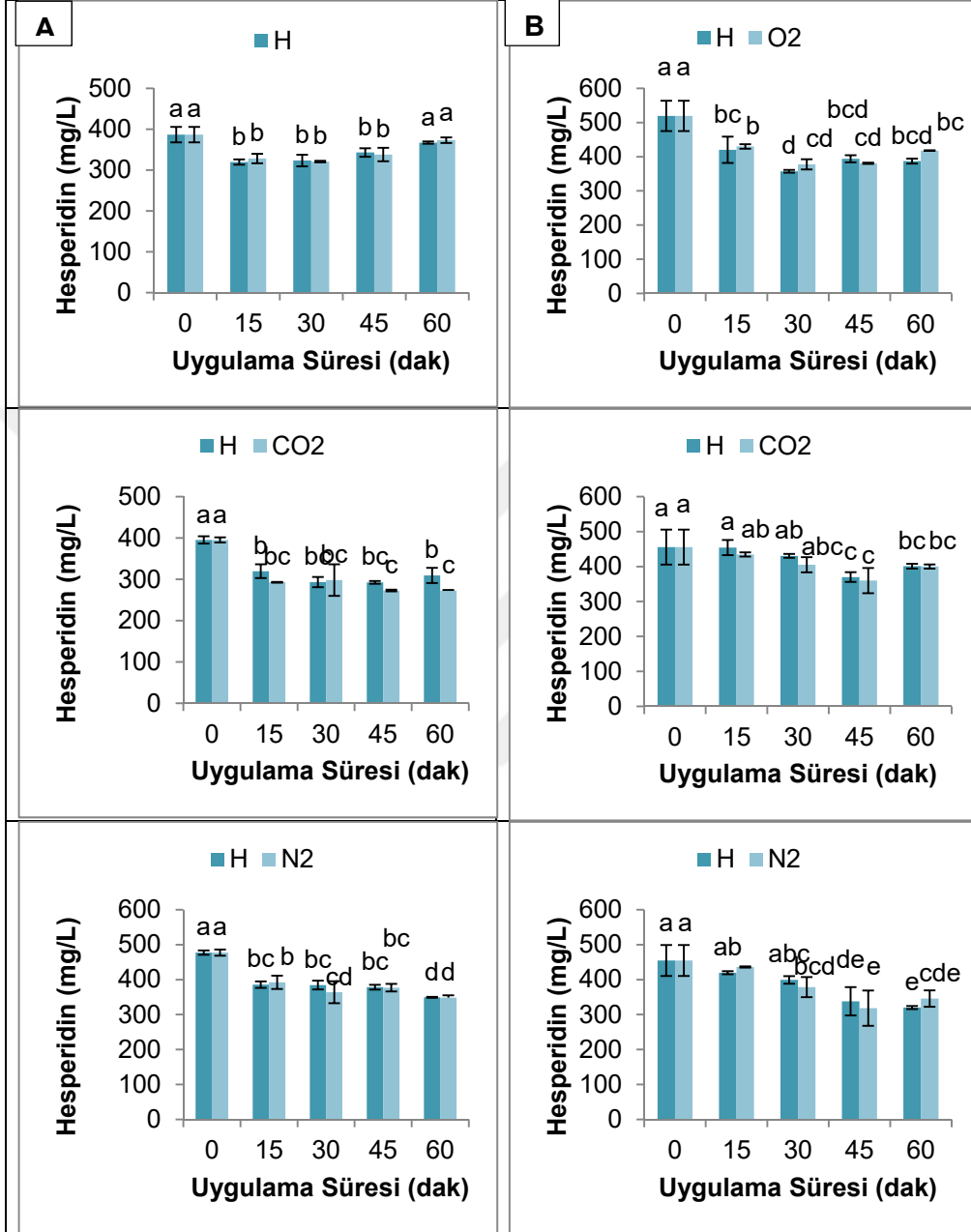
Farklı atmosfer koşullarının portakal sularının hesperidin içerikleri üzerine etkisi ile ilgili bir çalışma mevcut olmadığından kıyaslama yapılamamıştır.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, hesperidin içerikleri üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisi Kozan Yerli suyunda etkisi önemsiz bulunurken, diğer çeşitlerde önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Valencia ve Turunçta O₂ ortamında daha fazla bulunurken Washington Navel çeşidinde N₂ gaz ortamında en fazla hesperidin bulunmuştur.

Tüm çeşitlere ait veriler birlikte değerlendirildiğinde çeşitler arasındaki farklılıklarönemli bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek hesperidin içeriği Valencia çeşidi olup onu Washington Navel ve Kozan Yerli (Washington Navel ile benzer içeriğe sahip) izlerken turunç en az hesperidin içeriğine sahiptir.

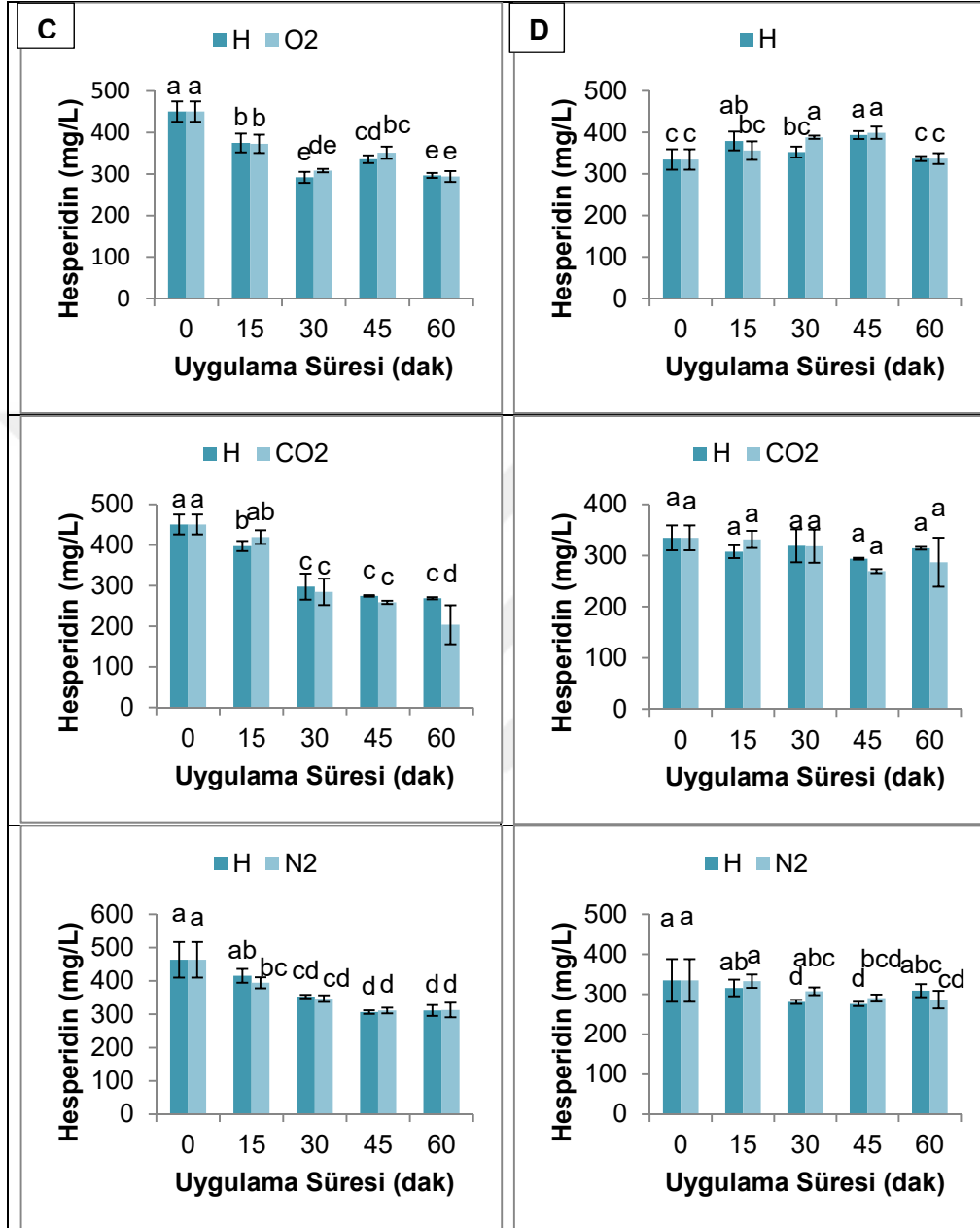
Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde ise gazlar arasındaki farklar hesperidin içeriği bakımından önemli olup en fazla O₂ ortamında tutulan örneklerde bulunmuştur ($p<0,05$).





Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.17. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turuncğil sularının hesperidin içerikleri üzerine etkisi



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.18. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turuncgil sularının hesperidin içerikleri üzerine etkisi

4.10. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının neohesperidin içerikleri üzerine etkisi

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turunçgil sularının neohesperidin içeriklerindeki değişimler Şekil 4.19 ve 4.20’ da verilmiştir.

Washington Navel portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamalarında kontrol örneklerinde neohesperidin içerikleri sırasıyla 0,27, 0,36, 0,36, 0,29 ve 0,35 mg/L’dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası neohesperidin içerikleri sırasıyla 0,27, 0,45, 0,48, 0,50 ve 0,40 mg/L olarak belirlenmiştir. Washington portakal sularının neohesperidin içeriği üzerinde O₂ gazı uygulamasının etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Neohesperidin içeriği üzerinde O₂ gazı uygulamasında kontrol örneklerine göre daha yüksek neohesperidin tespit edilmiştir. 45 dakikalık örnek grubu birbirinden çok farklılık göstermiştir ($p<0,05$). CO₂ gazı uygulamasında Washington Navel kontrol örneklerinde neohesperidin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 0,33, 0,38, 0,37, 0,38 ve 0,35 mg/L’dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrası neohesperidin içerikleri sırasıyla 0,33, 0,44, 0,37, 0,37 ve 0,28 mg/L olarak belirlenmiştir. Washington portakal sularının neohesperidin içeriğinde CO₂ gazı uygulaması ve süresine bağlı olarak önemli bir değişim meydana gelmediği ancak O₂ gazı uygulamasında olduğu gibi neohesperidin içeriğini arttırmadığı belirlenmiştir.

N₂ gazı çalışmasında ise Washington Navel kontrol örneklerinde neohesperidin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 0,37, 0,39, 0,41, 0,38 ve 0,45 mg/L’dir. Azot gazı uygulaması sonrası neohesperidin içerikleri sırasıyla 0,37, 0,39, 0,41, 0,39 ve 0,46 mg/L olarak belirlenmiştir. Washington Navel portakal sularının neohesperidin içeriği üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olmadığı bulgulanmıştır ($p>0,05$). Başlangıç (0.dakika) içeriklerine göre 60. dakikada H (%22,10) ve azot gazı (%26,09) altında tutulan örneklerde artış olduğu belirlenmiştir.

Escudero-Lopez ve ark (2013) tarafından yapılan bir çalışmada fermente Washington Navel portakal suyunda neohesperidin tespit edilemediği rapor

edilmiştir. Başka bir çalışmada işlem görmemiş Washington Navel suyu örneklerinde neohesperidin tespit edilemezken, ticari Washington Navel örneklerinde neohesperidin içeriği 5,3 ile 12,9 mg/L aralığında belirlenmiştir (Gattuso ve ark, 2007).

Valencia çeşidinden elde edilen portakal suyu örneklerinde 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde neohesperidin içerikleri sırasıyla 0,21, 0,22, 0,22, 0,26 ve 0,30 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası neohesperidin içerikleri sırasıyla 0,21, 0,25, 0,24, 0,26 ve 0,31 mg/L olarak tespit edilmiştir. Valencia portakal sularının neohesperidin içeriği üzerinde O₂ gazı uygulamasının kendi kontrol örneğine göre önemli bir etkiye neden olmadığı gözlemlenmiştir. Uygulama süresi dikkate alındığında, O₂ gazı uygulanan örneklerde neohesperidin içeriğinde 60 dakikalık uygulama sonunda H örneğinde %38,48, O₂'de tutulanda ise %46,27'lik artış olmuştur ($p < 0,05$).

Valencia kontrol örneklerinde CO₂ gazı çalışmasında neohesperidin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 0,33, 0,36, 0,38, 0,27 ve 0,31 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulanması sonrası neohesperidin içerikleri sırasıyla 0,33, 0,37, 0,37, 0,30 ve 0,35 mg/L olarak tespit edilmiştir. Valencia portakal sularının neohesperidin içeriği üzerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresinin önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Ancak 45. ve 60. dakika sonunda azalmalar olmuştur.

N₂ gazı uygulamasında Valencia kontrol örneklerinde neohesperidin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 0,32, 0,27, 0,38, 0,37 ve 0,33 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrası neohesperidin içerikleri sırasıyla 0,32, 0,34, 0,35, 0,31 ve 0,34 mg/L olarak belirlenmiştir. Valencia portakal sularının neohesperidin içeriği üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin anlamlı bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir.

Yapılan çeşitli çalışmalarda Valencia çeşit portakal suyunda neohesperidin tespit edilemediği rapor edilmiştir (Dhuique-Mayer ve ark, 2005; Gattuso ve ark, 2007; Goulos ve Manganaris, 2012).

Kozan yerli portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı kontrol örneklerinde neohesperidin içerikleri sırasıyla 0,21, 0,22, 0,19, 0,19 ve 0,27 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulamasından sonra neohesperidin içerikleri sırasıyla 0,21, 0,24, 0,22, 0,20 ve 0,31 mg/L olarak belirlenmiştir. O₂ gazı uygulaması ve süresi neohesperidin içeriklerinde kontrol grubuna göre önemli bir değişime neden olmuştur ($p<0,05$). 60 dakikalık uygulama süresinin neohesperidin içeriğinde 0.dakika örneklerine göre H ve O₂ gazı altında tutulanlarda sırasıyla %28,28 ve %45,89 artış olmuştur ($p<0,05$).

Kozan yerli portakal sularında CO₂ gazı çalışmasında kontrol örneklerinde neohesperidin içerikleri sırasıyla 0,21, 0,23, 0,19, 0,18 ve 0,25 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrasında neohesperidin içerikleri sırasıyla 0,21, 0,22, 0,17, 0,16 ve 0,23 mg/L olarak belirlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının neohesperidin içeriği üzerinde kendi kontrol grubuna göre CO₂ gazı uygulamasının önemli bir etkiye neden olmadığı tespit edilmiştir. Uygulama süresi dikkate alındığında neohesperidin içeriğinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. En düşük neohesperidin içeriği ise 30 ve 45 dakikalık uygulama sürelerinde tespit edilmiştir.

N₂ gazı uygulamasında Kozan Yerli kontrol örneklerinde neohesperidin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 0,21, 0,22, 0,22, 0,20 ve 0,25 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrası neohesperidin içerikleri sırasıyla 0,21, 0,23, 0,22, 0,20 ve 0,23 mg/L olarak belirlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının neohesperidin içeriği üzerinde N₂ gazı uygulamasının etkisi kendi kontrol örneğine göre önemli olmadığı gözlemlenmiştir. Uygulama süresi dikkate alındığında neohesperidin içeriğinde 60 dakikalık uygulama süresinde meydana gelen artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Yapılan çalışmalarda Kozan yerli portakallarında neohesperidin içeriği $0,95\pm0,06$ mg/L olarak (Kelebek ve ark, 2009), Kozan Yerli portakal suyu örneklerinde ise 0,42 mg/L olarak tespit edilmiştir (Ağçam, 2011). Yaptığımız çalışmada ise işlem görmemiş Kozan Yerli portakal suyu örneklerinde neohesperidin içeriği 0,18 ile 0,25 mg/L aralığında belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar literatür ile uyum içerisindedir.

Turunç çeşidinden elde edilen örneklerde 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulaması kontrol örneklerinde neohesperidin içerikleri sırasıyla 31,26, 39,87, 41,53, 43,47 ve 43,55 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulamasından sonra neohesperidin içerikleri sırasıyla 31,26, 39,33, 41,03, 48,63 ve 46,50 mg/L olarak belirlenmiştir. Turunç sularının neohesperidin içeriği üzerinde O₂ gazı altında ve havada tutulmanın etkisi önemli olmuştur. 60 dakikalık uygulama sürelerinde gözlemlenen 0. dakikadaki örneğe göre artışlar sırasıyla H ve O₂ gazı altında tutulan örneklerde %39,33 ve %48,75 olmuştur. CO₂ gazı kontrol örneklerinde neohesperidin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 34,00, 34,73, 36,59, 27,05 ve 33,54 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrasında neohesperidin içerikleri sırasıyla 34,00, 39,21, 34,95, 27,98 ve 34,97 mg/L olarak belirlenmiştir. Turunç sularının neohesperidin içeriğinde CO₂ gazı uygulamasında kendi kontrol örneğine göre önemli bir değişim meydana gelmediği tespit edilmiştir (p>0,05). Uygulama süresi dikkate alındığında neohesperidin içeriğinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır. 45 dakikalık uygulama süresinde en düşük neohesperidin içerikleri tespit edilmiştir. Diğer uygulama sürelerinde belirlenen neohesperidin içerikleri ise birbirine benzerdir.

Turunç sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde neohesperidin içerikleri sırasıyla 34,00, 33,40, 28,73, 26,17 ve 30,81 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrasında neohesperidin içerikleri sırasıyla 34,00, 35,02, 30,50, 26,55 ve 28,99 mg/L olarak tespit edilmiştir. Turunç sularının neohesperidin içeriği üzerinde N₂ gazı uygulamasında kendi kontrol örneğine göre etkisinin önemli olmadığı gözlemlenmiştir (p>0,05). Uygulama süresi dikkate alındığında neohesperidin içeriğinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. En düşük neohesperidin içeriği 45 dakikalık uygulama süresinde tespit edilmiştir.

Rouseff ve ark (1987), 52 turunçgil çeşidinden elde ettikleri meyve sularında narirutin, hesperidin, naringin ve neohesperidin konsantrasyonlarını tespit ettikleri çalışmada naringin ve neohesperidin turunçta değişen oranlarda (150-350 mg/L ve 100-200 mg/L) bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Gattuso ve arkadaşlarının (2007) yaptığı bir çalışmada turunç meyvesi flavonoid içeriği bakımından incelenmiş ve bu içerik bakımından portakaldan

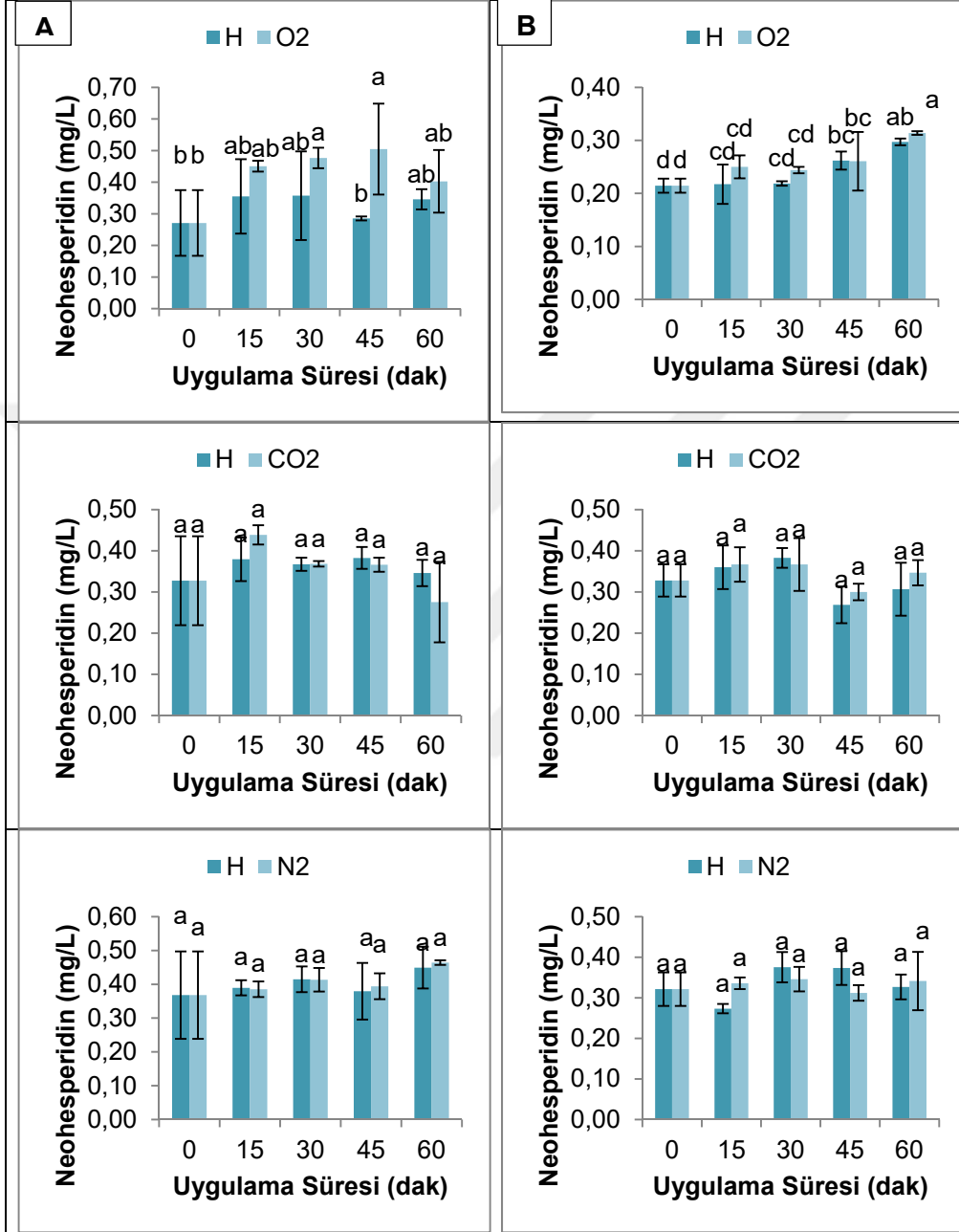
farklılık, altıntop meyvesiyle benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada turunç suyunda neohesperidin içeriği 8,7 mg/L olarak tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada işlem görmemiş turunç suyu örneklerinde neohesperidin içeriği 26,17 ile 43,55 mg/L aralığında belirlenmiştir. Elde edilen değerlerin önceki çalışmalardan yüksek olmasının hasat zamanının ve meyvenin olgunluk durumundaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Couture ve Rouseff (1992)'e göre, turunç meyvesi acı olmayan flavanon glikozitlerini içeren tatlı portakallardan farklı olarak neoeriositrin, naringin ve neohesperidin gibi temel acılık veren flavonoları da içermektedir. Çok yüksek asit içeriğinin acılığı perdelemesi ve eğitimsiz panelistlerden dolayı acılık maddelerinin tespiti zor olmakta, ekşi ve acı tatlar birbirine karıştırılabilmektedir (Couture ve Rouseff, 1992).

Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde istatistiksel analiz sonucunda, neohesperidin içeriği üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

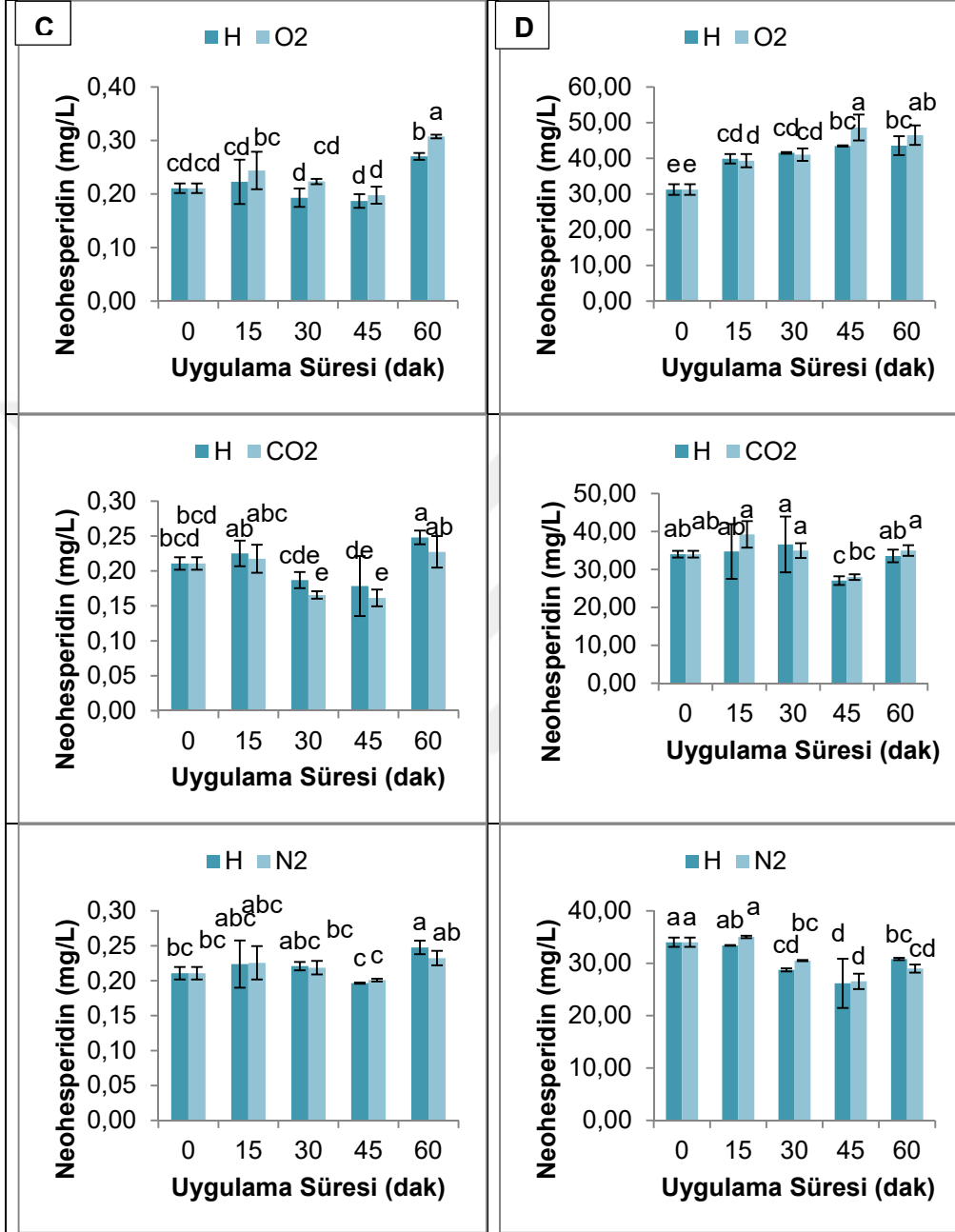
Tüm çeşitlere ait veriler birlikte değerlendirildiğinde neohesperidin içeriği bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). En yüksek içeriğe diğer çeşitlerden önemli bir farkla Turunç suyu sahiptir. Onu Washington Navel, Valencia ve Kozan yerli izlemiştir.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, neohesperidin içeriği üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisi şöyledir; Kozan Yerli ve Turunç suyunda O_2 ortamında daha yüksek, Valencia çeşidinde ise CO_2 ve N_2 ortamında daha yüksek neohesperidin bulunmuştur. Washington Navel çeşidinde ise gazlar arasında fark önemsiz bulunmuştur.



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.19. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turuncgil sularının neohesperidin içerikleri üzerine etkisi



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.20. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turuncğil sularının neohesperidin içerikleri üzerine etkisi

4.11. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının limonin içerikleri üzerine etkisi

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turunçgil sularının limonin içeriklerindeki değişimler Şekil 4.21 ve 4.22’ de verilmiştir.

Washington Navel portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde limonin içerikleri sırasıyla 12,75, 12,22, 12,45, 14,94 ve 17,48 mg/L’dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası limonin içerikleri sırasıyla 12,75, 12,47, 13,93, 16,46 ve 17,34 mg/L olarak tespit edilmiştir. O₂ gazı uygulamasında süreye bağlı artışlar olmuştur. Başlangıçtakine göre H örneğinde artış %37,09 iken oksijen gazı altında %35,99 olmuştur.

CO₂ gazı uygulamasında Washington Navel kontrol örneklerinde limonin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 31,11, 32,81, 30,24, 35,60 ve 36,72 mg/L’dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrası limonin içerikleri sırasıyla 31,11, 31,19, 29,11, 31,61 ve 32,40 mg/L olarak tespit edilmiştir. CO₂ gazı uygulaması ve süresi Washington portakal sularının limonin içeriği üzerinde istatistiksel olarak önemli bir değişime neden olmamıştır. 0. dakikadaki örneğe göre 60. dakikada %4,14 lük artış olurken, 60. dakikanın kendi H kontrolündeki artış %18.04 olmuştur.

N₂ gazı ile işlem öncesi Washington Navel kontrol örneklerinde limonin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 55,29, 52,03, 52,72, 54,19 ve 62,27 mg/L’dir. Azot gazı uygulaması sonrası limonin içerikleri sırasıyla 55,29, 56,14, 54,22, 48,77 ve 56,74 mg/L olarak belirlenmiştir. CO₂ uygulaması sırasında olduğu gibi 0.dakikadaki örneğe göre 60. dakikada %2,62’lik artış olurken, 60. dakikanın kendi kontrol örneğindeki artış %12,62 olmuştur. Washington Navel portakal sularının limonin içeriği üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olmadığı görülmektedir.

Cemeroğlu (2013), Washington Navel portakal çeşidinin limonin içeriği 7-17 mg/L olan ülkemizde en çok üretilen sofralık portakal çeşidi olduğunu belirtmiştir.

Siddiqui ve ark (2013) tarafında tatlı portakalın (*C.sinensis*) farklı kısımlarında limonin dağılımı incelenmiş ve meyve suyunda limonin içeriği $0,015 \pm 0,002$ mg/100 g olarak tespit edilmiştir.

Cohn (1990), Washington Navel portakal suyunda limonin içeriğinin 7-17 mg/L arasında değiştiğini rapor etmiştir.

Breksa ve ark (2009), çeşitli portakal sularının limonoid içerikleri üzerine bir çalışma yapmış, Washington Navel portakal suyunda limonoidlerin %53,6'sının limonin glikozit (LG) olduğunu rapor etmişlerdir.

Kola ve arkadaşları (2010), mevsimsel farklılıkların portakallarda limonin miktarına etkisini ortaya çıkartmak için, taze sıkılmış Washington Navel portakal suyunda limonin konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Yedi farklı hasat zamanı çalışılmış, limonin konsantrasyonları HPLC ile tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda hasat zamanına göre limonin konsantrasyonlarının 2,63 mg/L'den 10,67 mg/L'ye değiştiğini görmüşlerdir. En yüksek limonin konsantrasyonu (yaklaşık 10,7 mg/L) hasat döneminin başlangıcında yapılan meyve suyunda elde edilmiştir. Olgunlaşmanın ilerlemesiyle limonin konsantrasyonunun düştüğü de gözlenmiştir. Dahası, limonin konsantrasyonu geç hasat dönemi ile azalmış, hasat döneminin sonunda en düşük seviyeye inmiştir. Limonin içeriğindeki azalma, erken dönemlerde maksimum değerlere ulaşmıştır. Bu hızlı düşüşün, olgunlaşmayla LARL konsantrasyonundaki azalmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. pH seviyesindeki artışla, LARL'ın limonine dönüşümünün azalması da limonin içeriğinin azalmasına katkı sağlamaktadır (Kola ve ark, 2010).

Valero ve ark (2006), taze tatlı portakal suyunda (*C. sinensis* (L.) Osbeck cv. Navelina) çeşitli ultrasonik uygulamalar gerçekleştirmiş, meyve sularını mikrobiyal açıdan geleneksel ısı yöntemler uygulanmış portakal sularıyla kıyaslamıştır. İşlem görmemiş kontrol örneklerinde limonin içeriği $1,10 \pm 0,13$ mg/L olarak belirlenmiştir.

Maier ve ark (1977), limonin acılığının erken dönem meyvelerin suyunda daha şiddetli olduğunu, orta dönem hasat edilmiş Navel portakal suyunun 25 mg/L kadar limonin içerebileceğini belirtmiştir.

Siddiqui ve ark (2013), turunçgil sularının sıkıldıktan sonra oda sıcaklığında 6 saate kadar tutulması durumunda, limonun yavaş bir hızla arttığını bulmuştur. 6 saat sonra limonin içeriğinin, 0,15 mg/L'den 10,2 mg/L'ye yükseldiğini bildirmişlerdir.

Yapmış olduğumuz çalışmada işlem uygulanmamış Washington Navel portakal sularının 12,75 mg/L ile 55,29 mg/L limonin içerdiği saptanmıştır. Elde edilen değerlerin önceki çalışmalara göre yüksek olmasının nedeninin, meyvenin olgunluğu, hasat zamanı veya ekstraksiyon koşulları olduğu düşünülmektedir.

Valencia çeşidinden elde edilen portakal suyu örneklerinde 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde limonin içerikleri sırasıyla 12,93, 10,88, 12,45, 12,94 ve 13,48 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası limonin içerikleri sırasıyla 12,93, 12,47, 13,17, 12,94 ve 12,63 mg/L olarak tespit edilmiştir. O₂ gazı uygulamasında süreye bağlı artış ve azalışlar olmuştur. Valencia portakal sularının limonin içeriği üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin anlamlı olmamıştır.

Valencia kontrol örneklerinde CO₂ gazı uygulamasında limonin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 6,37, 5,78, 6,48, 6,93 ve 5,02 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulanması sonrası limonin içerikleri sırasıyla 6,37, 5,43, 6,09, 5,81 ve 4,35 mg/L olarak tespit edilmiştir. CO₂ gazı uygulaması ve süresinin Valencia portakal sularının limonin içeriği üzerindeki etkisi yorumlanabilir bulunmamıştır.

N₂ gazı ile işlem öncesi Valencia kontrol örneklerinde limonin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 43,27, 48,20, 47,62, 47,96 ve 51,00 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrası limonin içerikleri sırasıyla 43,27, 33,32, 39,27, 37,12 ve 37,27 mg/L olarak belirlenmiştir. H örneklerinde süreye bağlı artış olurken azot gazı altında tutulanlarda azalma olmuştur. Buna göre 60. dakika sonunda H

örneğinde %17,88 artış olurken azot gazı altında tutulanda %13,85 azalma olmuştur. Ancak istatistiksel olarak değişimler önemsiz bulunmuştur.

Yapılan bir çalışmada Valencia portakal çeşidi limonin içeriği 1-5 mg/L aralığında olan bir çeşit olarak tanımlanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

Cohn (1990), Valencia portakal suyunda limonin içeriğinin 1-5 mg/L arasında değiştiğini rapor etmiştir.

Breksa ve ark (2009), çeşitli portakal sularının limonoid içerikleri üzerine bir çalışma yapmış, Valencia portakal suyunda limonoidlerin %57,1'inin limonin glikozit (LG) olduğunu rapor etmişlerdir.

Dagulo ve ark (2010), 6 farklı hasat döneminden Hamlin ve Valencia çeşitleriyle hazırlanmış portakal sularında limonin konsantrasyonlarını kıyaslamış, limonin konsantrasyonunda hasat zamanının etkilerini açıkça gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada farklı hasat zamanlarından elde edilen meyve sularında limonin miktarlarında %91-425 aralığında farklılıklar mevcut olduğu belirlenmiş, bu farklılıkların sebebi olarak; LARL'ın acı olmayan bileşik olan limonin glikozidi (LG)'ne dönüşümünün gecikmesi veya inhibe edilmesi olduğu belirtilmiştir (Dagulo ve ark, 2010). Başka bir çalışmada yetiştirme yeri, kültürel uygulamalar ve bitkinin beslenmesinin de turuncgil meyvelerindeki limonin miktarlarında rol oynadığı belirtilmiştir (Pichaiyongvongdee ve Haruenkit, 2009).

Yapmış olduğumuz çalışmada işlem uygulanmamış Valencia portakal sularının 6,37mg/L ile 43,27 mg/L limonin içerdiği saptanmıştır.

Kozan yerli portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ uygulamasında kontrol örneklerinde limonin içerikleri sırasıyla 11,38, 10,69, 11,41, 11,63 ve 14,06 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulamasından sonra limonin içerikleri sırasıyla 11,38, 9,34, 10,38, 11,01 ve 16,06 mg/L olarak belirlenmiştir. Kozan yerli portakal sularında O₂ gazı uygulamasında ve H örneklerinde en fazla artış 60. dakika sonunda görülmüştür. H örneğinde %23,64 artış olurken O₂ gazında tutulanda %41,14 artış olmuştur. Değişimler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Kozan yerli portakal sularında CO₂ gazı ile işlem öncesi 0, 15, 30, 45

ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde limonin içerikleri sırasıyla 6,30, 6,22, 5,80, 8,36 ve 9,67 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrasında limonin içerikleri sırasıyla 6,30, 6,51, 6,28, 6,96 ve 7,40 mg/L olarak belirlenmiştir. H örneğinin limonin içeriğinde 0. dakika örneğine göre daha fazla artış bulunurken (%53,60) CO₂ gazı uygulanan örnekte daha az artış (%17,44) olmuştur.

N₂ gazı ile işlem öncesi Kozan Yerli kontrol örneklerinde limonin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 6,23, 6,62, 6,74, 6,52 ve 6,35 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrası limonin içerikleri sırasıyla 6,23, 6,74, 5,77, 5,64 ve 4,93 mg/L olarak belirlenmiştir. N₂ gazı uygulamasında CO₂ uygulamasında olduğu gibi H örneklerinde limonin içerikleri durumunu korurken azot gazı altında tutulanlarda 60. dakikada %20,74 azalma tespit edilmiştir. Ancak azalama ve artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Ülkemize özgü çeşitlerden Kozan Yerlisi'nde derim zamanına bağlı olarak 0,9-1,2 mg/L düzeyinde limonin bulunduğu, bu çeşitten donmuş olanlardan elde edilen portakal sularında limonin miktarının 2,3-7,4 mg/L düzeyine çıkarak çok acı bir tat kazandığı bildirilmektedir (Buğa ve ark, 1996).

Yapmış olduğumuz çalışmada işlem uygulanmamış Valencia portakal sularının 6,23 ile 11,38 mg/L limonin içerdiği saptanmıştır.

Turunçtan elde edilen örneklerde 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı uygulamasında kontrol örneklerinde limonin içerikleri sırasıyla 487,28, 463,54, 431,37, 417,32 ve 484,56 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulamasından sonra limonin içerikleri sırasıyla 487,28, 463,54, 431,37, 417,32 ve 484,56 mg/L olarak belirlenmiştir. Turunç sularının limonin içeriği üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. O₂ gazı altında tutulanlarda 60. dakika sonunda %14,33 artış olduğu belirlenmiştir.

CO₂ gazı ile işlem öncesi turunç kontrol örneklerinde limonin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 446,18, 481,68, 453,21, 478,19 ve 448,29 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonucunda limonin içerikleri sırasıyla 446,18, 456,55, 39,37, 408,34 ve 394,97 mg/L olarak belirlenmiştir. Turunç suyu

örneklerinde CO₂ gazı altında tutulanlarda 60. dakikada %11,48 azalma tespit edilmiştir. Ancak azalama ve artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. CO₂ gazı uygulaması ve süresi turunç sularının limonin içeriklerinde anlamlı değişime neden olmamıştır ($p>0,05$).

Turunç sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda N₂ gazı ile işlem öncesi kontrol örneklerinde limonin içerikleri sırasıyla 446,18, 512,50, 525,58, 501,60 ve 545,52 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrasında limonin içerikleri sırasıyla 446,18, 449,10, 437,59, 463,57 ve 400,75 mg/L olarak belirlenmiştir. H örneğinin limonin içerikleri 0.dakikadaki kontrol örneklerine göre 60. dakikada artış (%22,26) gösterirken azot gazı altında tutulanlarda %10,18 azalma tespit edilmiştir. Ancak azalama ve artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Pichaiyongvongdee ve Haruenkit (2001) misket limonunun iki çeşidi ile yaptıkları bir çalışmada meyvelere 3 saatlik 20 mg/L etilen uygulamasıyla limonin miktarının %56,59 oranında azaldığını belirtmişlerdir. Vincent ve ark (1973) meyvelere 3 saatlik 20 mg/L etilen uygulamasının Washington Navel portakal sularında limonin miktarını %38 azalttığını rapor etmişlerdir.

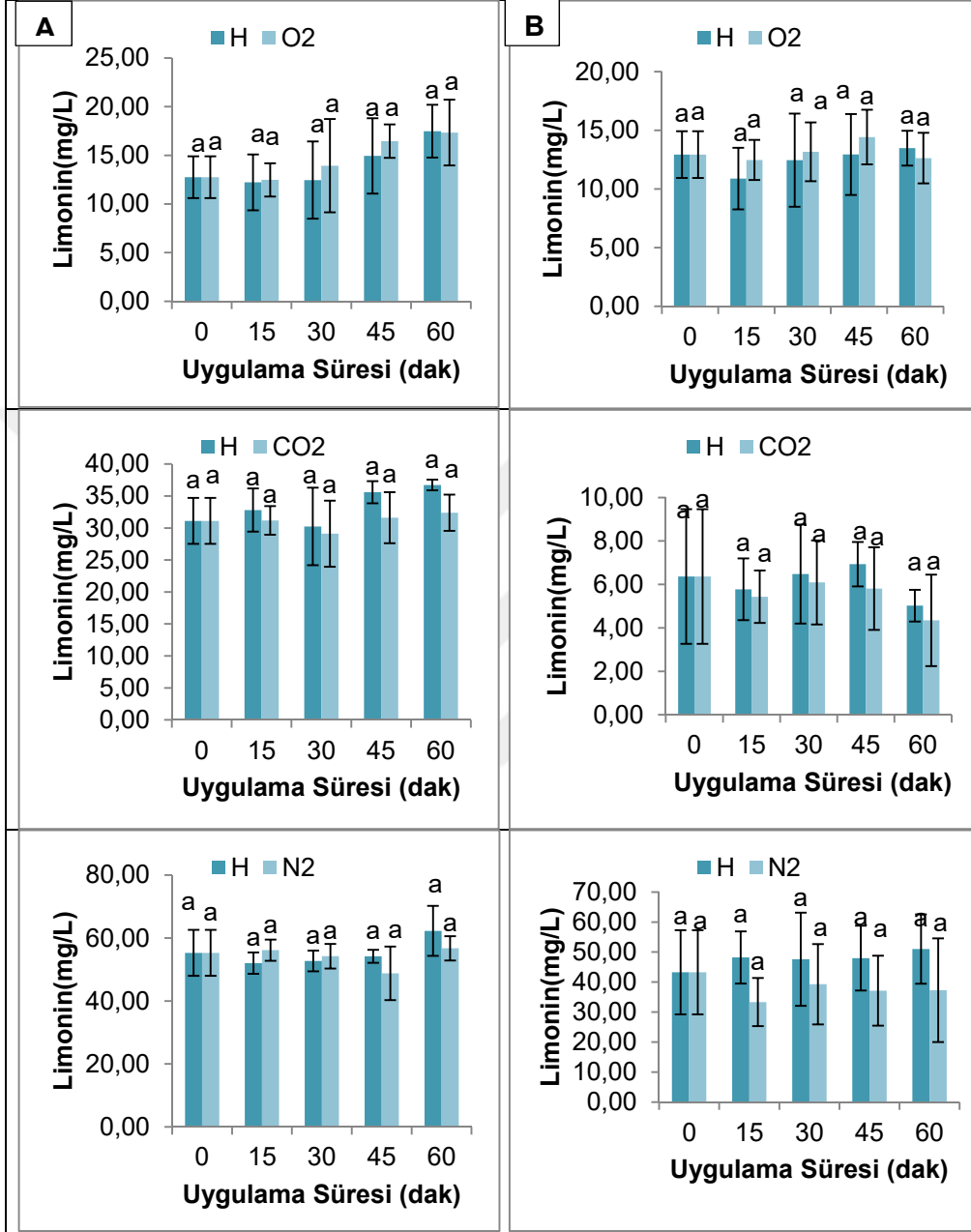
Çalışmada turunçgil sularının sıkılmasına müteakip oluşan ve gecikmiş acılık olarak tabir edilen durumun modifiye edilmiş atmosferde bekletilen turunçgil sularında nasıl bir düzeyde ilerleyeceği limonin analizi ile ortaya konmaya çalışılmıştır. Bir başka ifade ile gecikmiş acılığın oluşumunda aerobik koşulların etkisi olup olmadığı ve varsa etkisinin ne düzeyde gerçekleşeceğini belirlemek amaçlanmıştır. Limonin içeriği üzerine farklı gazların etkisi önemli bulunmasına rağmen tüm çeşitler için uygulama süresine bağlı olarak anlamlı bir artış veya azalış eğilimi tespit edilememiştir. Bunun temel sebebinin, gecikmiş acılığın oluşmasında rol alan başka faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Söz konusu faktörlerin başında enzimatik ve/veya kimyasal değişimlerin olduğu ve bu mekanizmayı aydınlatmak için daha detaylı bir çalışmanın kurgulanması gerektiği düşünülmektedir.

Farklı atmosfer koşullarının portakal sularının limonin içerikleri üzerine etkisi ile ilgili bir çalışma mevcut olmadığından kıyaslama yapılamamıştır.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, limonin içerikleri üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisi Turunç suyunda etkisi önemsiz bulunurken, diğer çeşitlerde önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Washington Navel ve Valencia N₂ ortamında daha fazla ve farklı bulunurken, Kozan Yerli'de O₂ ortamında fazla ve farklı bulunmuştur.

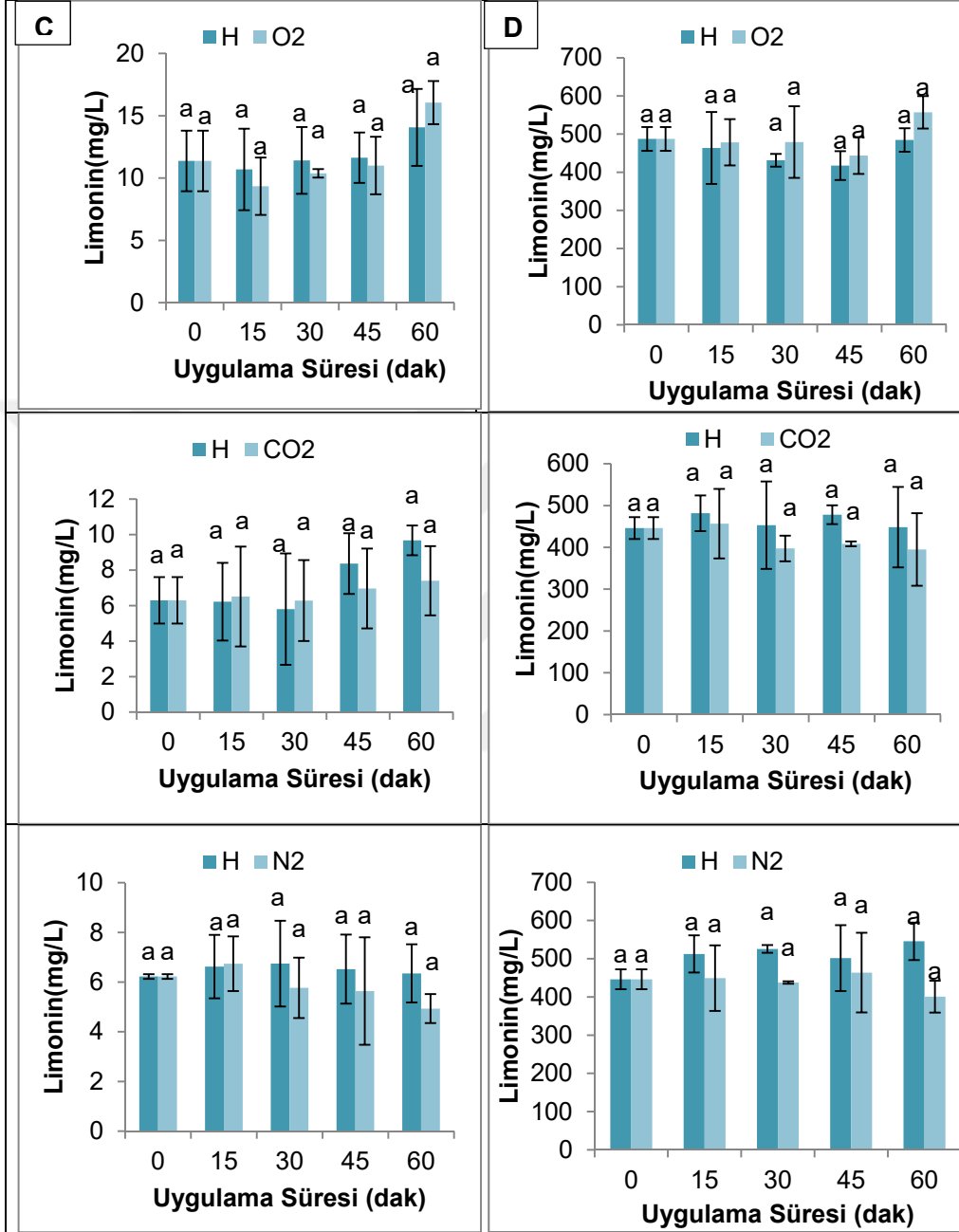
Tüm çeşitlere ait veriler birlikte değerlendirildiğinde çeşitler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek limonin içeriği turunç suyunda olup onu Washington Navel, Valencia ve Kozan Yerli izlemiştir.

Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde ise gazlar arasındaki farklar limonin içeriği bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.21. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turunçgil sularının limonin içerikleri üzerine etkisi



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.22. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının limonin içerikleri üzerine etkisi

4.12. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının nomilin içerikleri üzerine etkisi

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turunçgil sularının nomilin içeriklerindeki değişimler Şekil 4.23 ve 4.24’te verilmiştir.

Washington Navel portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalardakontrol örneklerinde nomilin içerikleri sırasıyla 1,31, 1,36, 1,51, 1,29 ve 1,85 mg/L’dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası nomilin içerikleri sırasıyla 1,31, 1,11, 1,57, 1,20 ve 1,95 mg/L olarak belirlenmiştir. Washington portakal sularının nomilin içeriği üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. En yüksek nomilin 60. dakika örneklerinde görülmüştür.

CO₂ gazı uygulamalarında Washington Navel kontrol örneklerinde nomilin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 1,13, 1,13, 1,35, 1,25 ve 1,23 mg/L’dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrası nomilin içerikleri sırasıyla 1,13, 1,10, 1,24, 1,37 ve 1,26 mg/L olarak belirlenmiştir. Washington portakal sularının nomilin içeriğinde CO₂ gazı uygulamasında değişimler olmuş ancak önemli bulunmamıştır.

N₂ gazı çalışmasında Washington Navel kontrol örneklerinde nomilin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 1,77, 1,79, 1,51, 1,30 ve 1,38 mg/L’dir. Azot gazı uygulaması sonrası nomilin içerikleri sırasıyla 1,77, 1,59, 1,43, 1,45 ve 1,26 mg/L olarak tespit edilmiştir. Washington Navel portakal sularının nomilin içeriği üzerinde N₂ gazı uygulamasın kontrol grubuna göre değişimler ve zamana bağlı olan değişimlerde istatistiksel olarak önemli bulunmasada süre ile birlikte azalmalar olmuştur.

Raithore ve ark (2016) tarafından yapılan bir çalışmada depolanmış portakal suyunda gecikmiş acılık gelişimi iki turunçgil melezinde araştırılmış, sonuçlar Washington Navel portakal suyu ile kıyaslanmıştır. 4 farklı hasat zamanına bağlı olarak Washington Navel örneğinde ekstraksiyon sonrası nomilin içeriğinin 0,11-1,70 mg/L aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. 10°C’de 24 saat depolama sonunda nomilin konsantrasyonu 0,10-2,85 mg/L, 5°C’de 7 gün depolama sonunda 0,20-3,07 mg/L, -20°C’de dondurulması sonunda ise 0,08-2,67

mg/L aralığında tespit edilmiştir. USDA1-105-106 hibrit mandalinasında 4 saatten fazla depolanma sonucu Washington Navel çeşidine benzer olarak gecikmiş acılık geliştiği belirlenmiştir. Ambersweet cinsinde acılıkta (depolama süresine bağlı olarak) 4 ve 24 saatlik depolamalarda artış, dondurulma sonucunda ise azalma belirlenmiştir. USDA1-105-106 hibrit mandalinasında da 4 saat ve fazla depolama sonucunda acılıkta artış gözlemlenmiştir.

Yaptığımız çalışmada işlem görmemiş Washington Navel portakal suyu örneklerinin nomilin içerikleri 1,13 ile 1,85 mg/L arasında değişmektedir.

Valencia çeşidinden elde edilen portakal suyu örneklerinde 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde nomilin içerikleri sırasıyla 1,43, 1,15, 0,98, 1,32 ve 0,99 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulaması sonrası nomilin içerikleri sırasıyla 1,43, 1,40, 1,13, 1,32 ve 0,99 mg/L olarak belirlenmiştir. Valencia portakal sularının nomilin içeriğinde O₂ gazı uygulamasında oksijenli ortamda tutulanlarda nomilin içerikleri daha yüksek ve bulunmasına rağmen istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Oksijenli ortamda nomilin değerleri kendini daha iyi muhafaza etmiştir.

Valencia kontrol örneklerinde CO₂ nomilin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 1,33, 1,37, 1,13, 1,49 ve 1,14 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulanması sonrası nomilin içerikleri sırasıyla 1,33, 1,09, 0,83, 1,47 ve 1,19 mg/L olarak tespit edilmiştir. Valencia portakal sularının nomilin içeriğinde CO₂ gazı uygulaması ve süresine bağlı olarak değişimler yorumlanabilir özellikte olmayıp istatistiksel olarak da önemli bulunmamıştır.

N₂ gazı uygulamasında Valencia kontrol örneklerinde nomilin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 1,39, 1,40, 1,29, 1,11 ve 1,16 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrası nomilin içerikleri sırasıyla 1,39, 1,28, 1,45, 0,96 ve 1,13 mg/L olarak belirlenmiştir. Valencia portakal sularının nomilin içeriğinde N₂ gazı uygulaması ve süresine bağlı olarak azalmalar olsa da istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çeşitli *C. sinensis* türlerinde limonoidlerin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada örneklerde nomilin içeriği 0,37-54,23 mg/L olarak tespit edilmiştir (Bilal ve ark, 2013). Yaptığımız çalışmada işlem görmemiş Valencia portakal sularında nomilin içeriği 0,98 ile 1,49 mg/L aralığında belirlenmiştir. Örneklerde nomilin miktarının yetiştirilme koşulları ve meyvenin olgunluk durumundaki farklılıklardan kaynaklı olarak yüksek çıktığı düşünülmektedir.

Kozan yerli portakal sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda O₂ gazı ile işlem öncesi kontrol örneklerinde nomilin içerikleri sırasıyla 1,10, 1,25, 1,19, 0,91 ve 0,93 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulamasından sonra nomilin içerikleri sırasıyla 1,10, 1,20, 1,31, 1,09 ve 0,93 mg/L olarak belirlenmiştir. Kozan yerli portakal sularının nomilin içeriğinde O₂ gazı uygulaması ve süresine bağlı olarak değişimler meydana gelmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Kontrol örneğine göre oksijenli ortamda tutulanlarda nomilin daha yüksek bulunmuştur.

Kozan yerli portakal sularında CO₂ çalışmasında kontrol örneklerinde nomilin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 0,83, 0,93, 1,04, 0,93 ve 0,94 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonrasında nomilin içerikleri sırasıyla 0,83, 0,75, 0,88, 0,92 ve 0,72 mg/L olarak belirlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının nomilin içeriği üzerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresinin anlamlı bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir.

N₂ gazı çalışmasında Kozan Yerli kontrol örneklerinde nomilin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 0,97, 0,90, 0,81, 0,94 ve 0,77 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrası nomilin içerikleri sırasıyla 0,97, 0,65, 0,87, 0,92 ve 0,83 mg/L olarak belirlenmiştir. Kozan yerli portakal sularının nomilin içeriğinde N₂ gazı uygulamasında diğer gaz uygulamalarında olduğu gibi anlamlı bir değişim meydana gelmemiştir.

Turunç çeşidinden elde edilen örneklerde 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda kontrol örneklerinde nomilin içerikleri sırasıyla 1,90, 1,65, 1,46, 1,63 ve 1,76 mg/L'dir. Oksijen gazı uygulamasından sonra nomilin içerikleri sırasıyla 1,90, 1,74, 1,67, 1,72 ve 1,87 mg/L olarak belirlenmiştir. Turunç sularının nomilin

içeriği üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin istatistiksel olarak önemli etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Diğer çeşitlerde olduğu gibi oksijenli ortamda tutulanlarda daha yüksek nomilin içeriği belirlenmiştir.

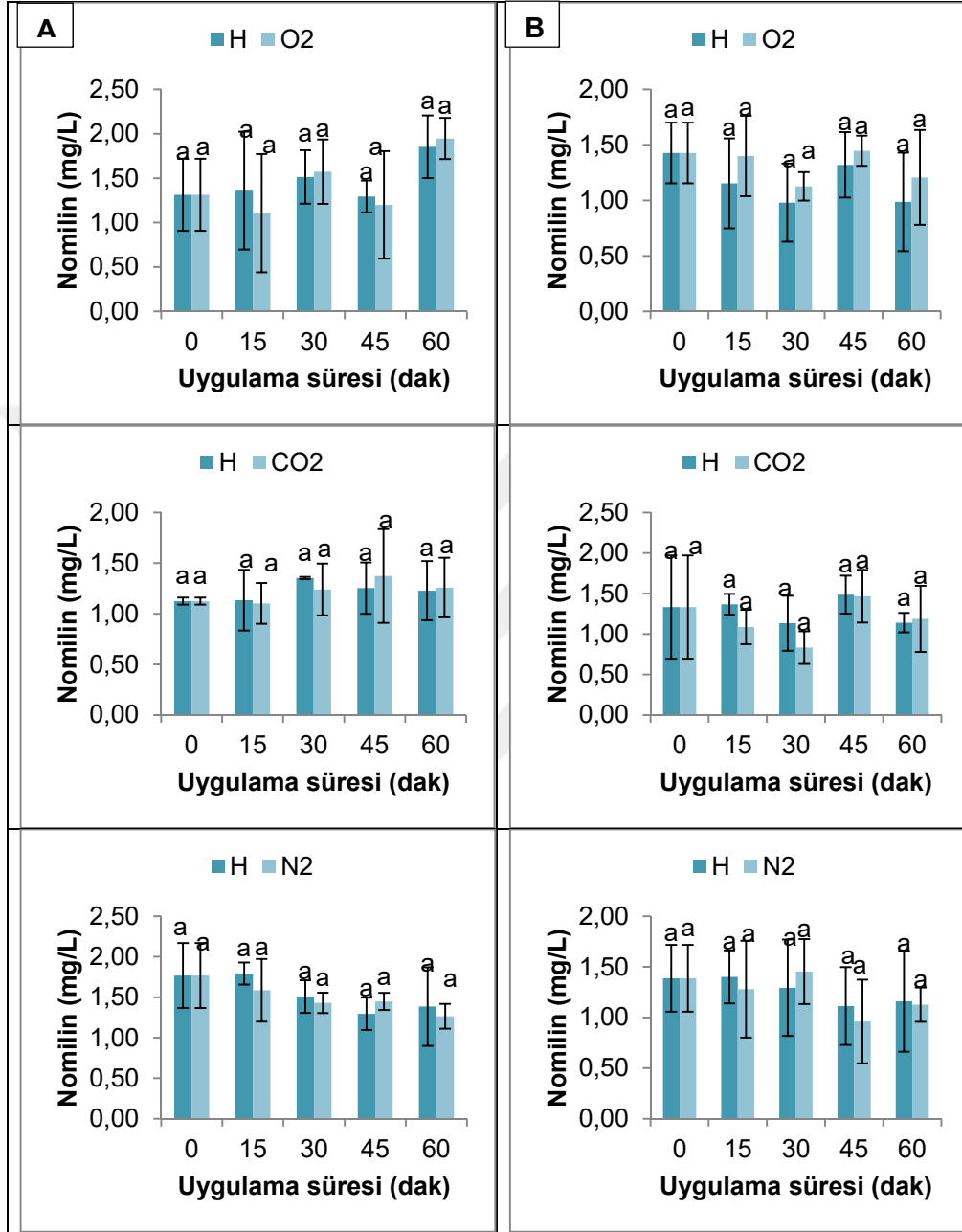
CO₂ uygulamasında turunç kontrol örneklerinde nomilin içerikleri zamana bağlı olarak sırasıyla 1,46, 1,19, 1,29, 1,20 ve 1,37 mg/L'dir. Karbondioksit gazı uygulaması sonucunda nomilin içerikleri sırasıyla 1,46, 1,33, 1,09, 1,31 ve 1,17 mg/L olarak belirlenmiştir. Turunç sularının nomilin içeriğinde CO₂ gazı uygulaması ve süresi kontrol grubuna göre anlamlı etkiye sahip değildir.

Turunç sularında 0, 15, 30, 45 ve 60. dakikalarda N₂ gazı ile işlem öncesi kontrol örneklerinde nomilin içerikleri sırasıyla 1,40, 1,21, 1,23, 1,27 ve 1,37 mg/L'dir. Azot gazı uygulaması sonrasında nomilin içerikleri sırasıyla 1,40, 0,99, 1,16, 1,01 ve 1,15 mg/L olarak tespit edilmiştir. Turunç sularının nomilin içeriği üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresi istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip değildir.

Tüm çeşitlere ait veriler birlikte değerlendirildiğinde çeşitler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek nomilin içerikleri Turunç ve Washington Navel portakal suyundadır, onu sırasıyla Valencia ve Kozan Yerli izlemektedir. Farklı atmosfer koşullarının portakal sularının nomilin içerikleri üzerine etkisi ile ilgili bir çalışma mevcut olmadığından kıyaslama yapılamamıştır.

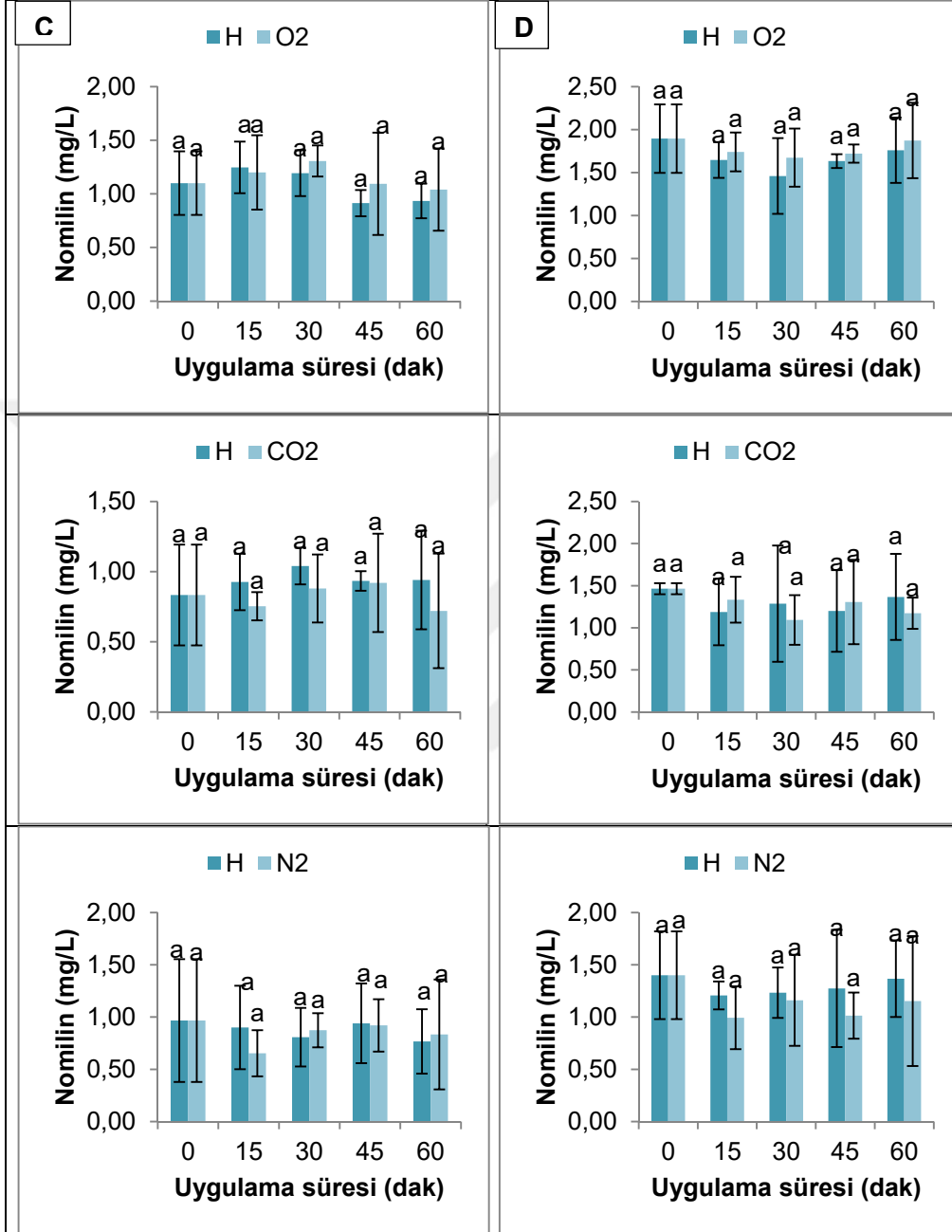
Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde ise gazlar arasındaki farklar nomilin içeriği bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup, en yüksek ve farklı içeriğe sahip bulunan ortam O₂ ortamıdır.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, nomilin içerikleri üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisi şöyledir; Valencia suyunda etkisi önemsiz bulunurken, diğer çeşitlerde önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Washington Navel çeşidinde N₂ ortamında daha fazla ve farklı bulunurken, Kozan Yerli ve Turunç çeşidinde O₂ ortamında fazla ve farklı bulunmuştur.



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.23. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turuncğil sularının nomilin içerikleri üzerine etkisi



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).
 Şekil 4.24. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turuncgil sularının nomilin içerikleri üzerine etkisi

4.13. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının L^* değerleri üzerine etkisi

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turunçgil sularının L^* değerlerindeki değişimler Şekil 4.25 ve 4.26' da verilmiştir.

Washington portakal sularının L^* değeri üzerinde O_2 gazı uygulaması ve süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Ancak L^* değeri üzerinde yalnızca 45 dakikalık O_2 gazı uygulamasının kontrol grubuna göre değişim önemli olmuştur. 0.dakikadaki kontrollere göre değişimler çok az düzeyde olmuştur (%5-6 gibi). CO_2 gazı uygulamasında ise L^* değeri üzerinde önemli bir değişime neden olmamıştır. N_2 gazı uygulamasının da istatistiksel olarak önemli bir değişime neden olduğu görünse de L^* değeri kendini korumuştur.

Yapılan bir çalışmada işlem görmemiş portakal suyunun L^* değeri 57,22, ısıt pastörizasyon uygulanan portakal suyunun L^* değeri 57,60, yüksek basınç uygulanan portakal suyunun L^* değeri 57,10 ve yüksek vurgulu elektrik alanı uygulanan portakal suyunun L^* değeri 56,31 olarak rapor edilmiş, sonuç itibariyle ısıt pastörizasyon uygulanan portakal suyunun, diğer portakal sularına kıyasla daha parlak olduğu gözlemlenmiştir (Vervoort ve ark, 2011).Yaptığımız çalışmada işlem görmemiş Washington Navel portakal suyu örneklerinin L^* değerleri 53,32 ile 59,16 arasında belirlenmiştir.

Valencia portakal sularının L^* değeri üzerinde O_2 gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). O_2 gazı uygulamasının L^* üzerindeki etkisi kendi kontrol örneğine göre 60 dakikalık uygulama süresinde anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Artan uygulama süresine göre artış olmuştur. Artan CO_2 gazı uygulama süresinin L^* değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Sadece 0. dakika kontrollerine göre değişim önemli olmuştur. L^* değeri üzerinde N_2 gazı uygulaması ve süresi kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olmamıştır.

Valencia çeşit portakal suyunda asitliğin giderilmesi amaçlı çeşitli reçinelerin kullanıldığı ve sonrasında portakal suyunun bileşiminde meydana gelen

değişimlerin incelendiği bir çalışmada, ekstrakte edilmiş ve pulpu ayrılmış Valencia portakal suyunun L^* değerinin 54,07 ile 61,85 arasında değiştiğini, asitliği giderilmiş portakal suyu örneklerinin L^* değerinin ise 49,98 ile 65,20 aralığında olduğu bulgulanmıştır (Önür, 2014).

Biçgel (2008), pastörizasyon sıcaklığının Valencia ve Kozan Misket portakallarından üretilen meyve sularının kalitesi üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında, işlem görmemiş Valencia örneklerinde L^* değerini $45,07 \pm 2,34$ olarak tespit etmiştir.

Yaptığımız çalışmada işlem görmemiş Valencia portakal suyu örneklerinin L^* değerleri 54,86 ile 62,64 arasında belirlenmiştir. Tespit edilen değerler önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Kozan yerli portakal sularında O_2 gazı uygulamasının L^* değeri üzerindeki etkisi kendi kontrol örneklerine göre 15, 30 ve 60 dakikalık uygulama sürelerinde anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında L^* değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının L^* değeri üzerinde CO_2 gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). CO_2 gazı uygulamasının L^* üzerindeki etkisi H koşullarına göre yalnızca 15 dakikalık uygulama süresinde anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). CO_2 gazı koşullarında 60 dakikalık uygulama süresinde en yüksek L^* değeri tespit edilmiştir. Kozan Yerli portakal sularının L^* değeri üzerinde N_2 gazı uygulamasının kendi kontrol grubuna göre önemli bir etkiye sahip olmadığı bulgulanmıştır ($p > 0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında L^* değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir.

Ağçam (2011), yaptığı bir çalışmada Kozan yerli portakal suyu örneklerinde L^* değerini $34,52 \pm 0,88$ olarak tespit etmiştir. Işık (2008), pastörizasyon sıcaklığının Hamlin ve Kozan Yerli çeşit portakal sularının kalite özellikleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında, L^* değerinde Kozan Yerlisi çeşidine ait örneklerde pastörizasyondan sonra artış gözlemlenmiştir ($47,62 \pm 1,07$ 'den $49,12 \pm 0,34$ 'e). İşlem görmemiş Kozan yerli örneğinde L^* değeri

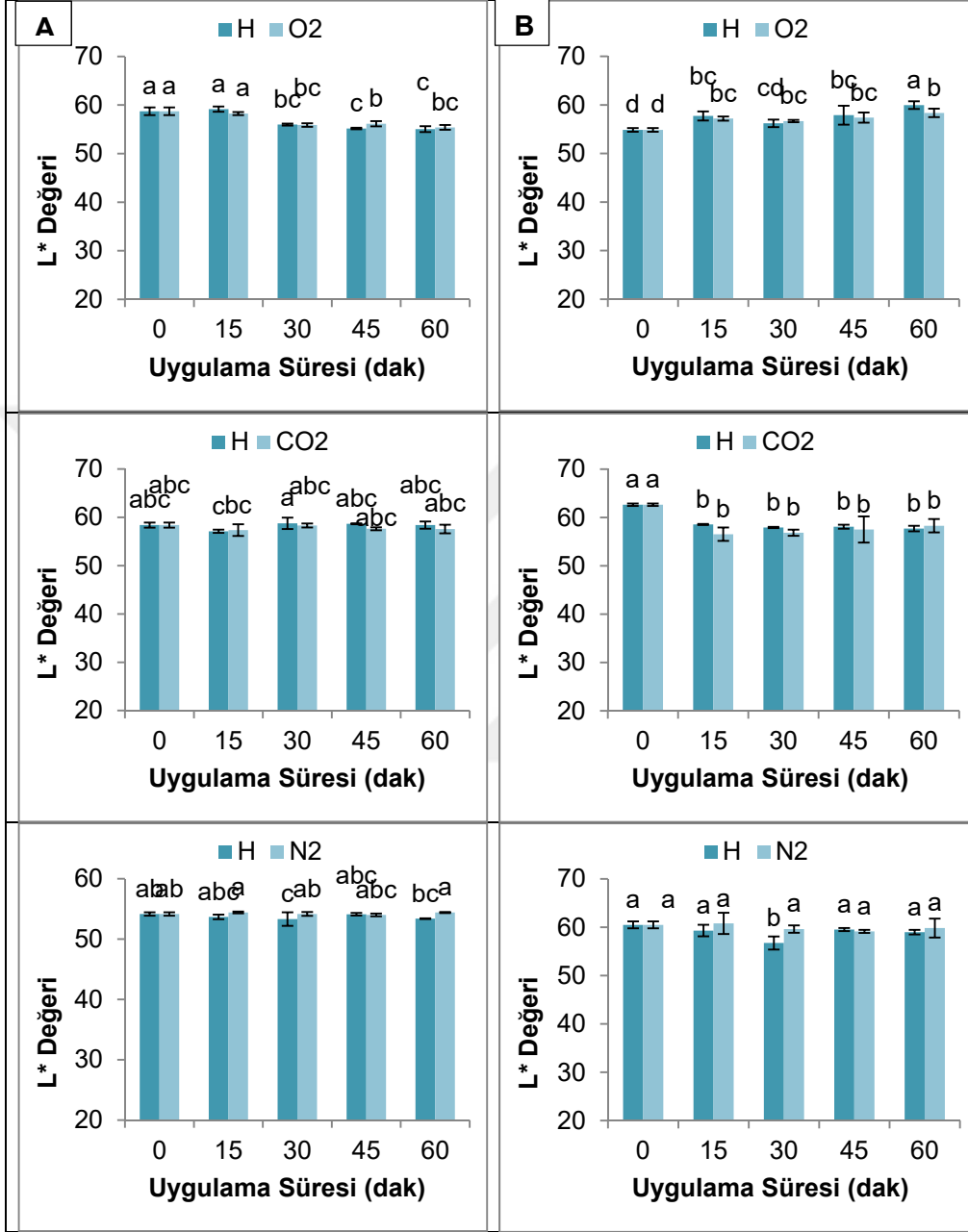
47,62±1,07 olarak tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada ise 54,48 ile 61,31 arasında belirlenmiştir.

Turunç sularının L^* değeri üzerinde O_2 gazı uygulamasının kendi kontrol grubuna göre önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Turunç sularının L^* değerinde CO_2 gazı uygulaması kendi kontrol örneğine göre önemli bir değişime neden olmamıştır. Turunç sularının L^* değeri üzerinde N_2 gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). L^* değeri üzerinde 30 ve 45 dakikalık N_2 gazı uygulamalarının kontrol örneklerine göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). N_2 gazı uygulanan örneklerde en yüksek L^* değeri 60 dakikalık uygulama süresinde belirlenmiştir.

Tüm çeşitler birlikte değerlendirildiğinde L^* değeri en yüksek Turunçta iken onu Kozan Yerli, Valencia ve Washington Navel izlemiştir.

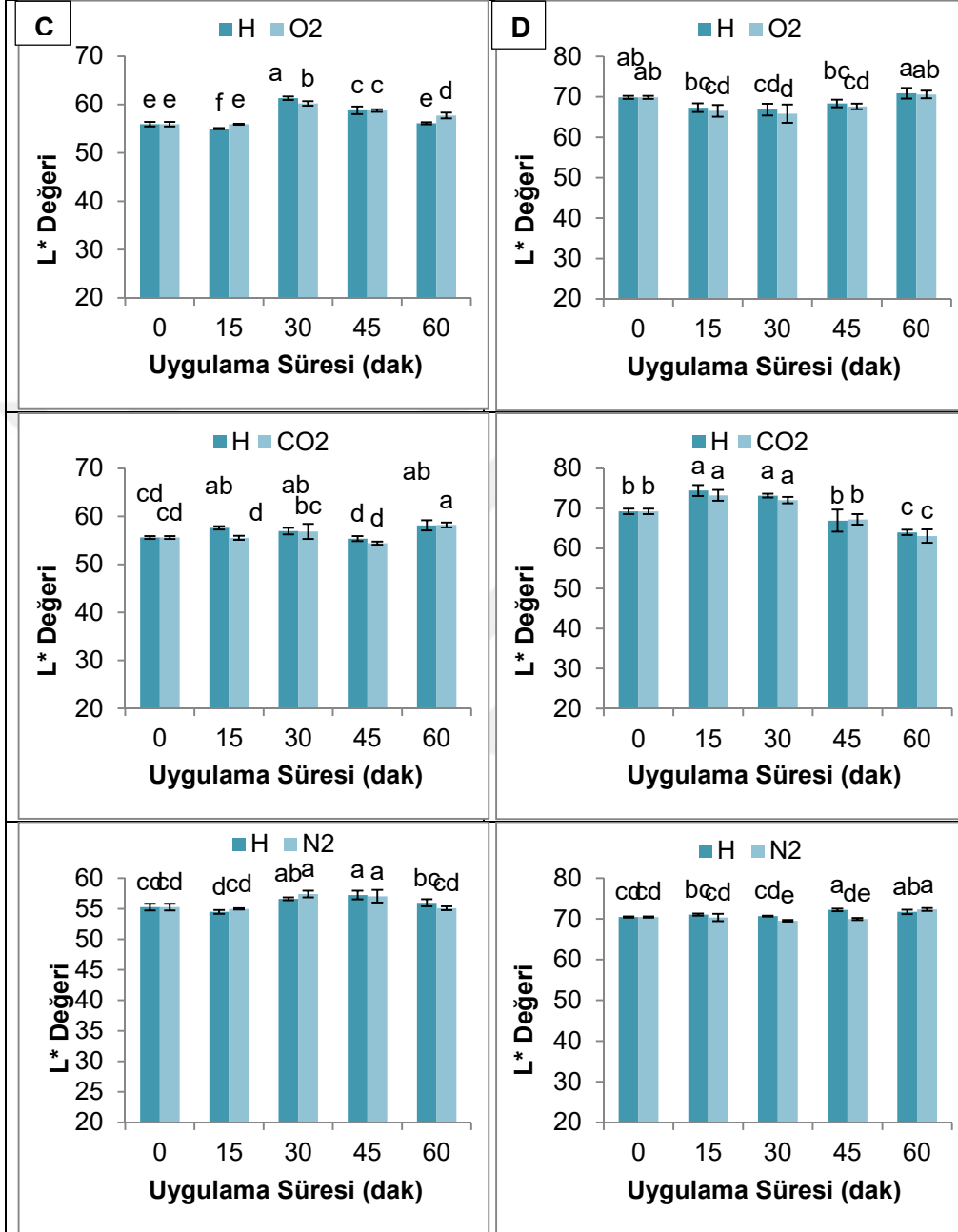
Çeşit farkı gözetmeksizin yapılan istatistik değerlendirmede, uygulanan gazların L^* değeri üzerinde önemli bir etki yapmadığı belirlenmiştir.

Uygulanan gazlar çeşit bazında dikkate alındığında Valencia ve Turunç suyunda N_2 gazı uygulanan örneklerde L^* değeri daha yüksek bulunmuştur. Washington Navel suyunda CO_2 ve Kozan Yerli suyunda ise O_2 gazı uygulamasının L^* değerleri daha yüksek tespit edilmiştir ($p<0,05$).



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.25. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turuncğil sularının L* değerleri üzerine etkisi



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.26. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının L^* değerleri üzerine etkisi

4.14. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının a* değerleri üzerine etkisi

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turunçgil sularının a* değerlerindeki değişimler Şekil 4.27 ve 4.28’ de verilmiştir.

Washington portakal sularının a* değeri üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisi kendi örneklerine göre istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır (p>0,05). Ancak 60. dakika sonunda azalma (%6-7 gibi) olmuştur. Washington portakal sularının a* değerlerinde CO₂ ve N₂ gazı uygulaması ve süresine bağlı olarak anlamlı bir değişim meydana gelmemiştir.

Lee (2001), Navel portakalsuyunda a* değerini -4,29±0,22 olarak belirlemiştir. Yaptığımız çalışmada işlem görmemiş Washington Navel örneklerinin a* değerleri 3,33 ile 4,40 aralığında tespit edilmiştir. Elde edilen a* değeri sonuçları literatür ile uyum içersindedir.

Valencia portakal sularının a* değeri üzerinde O₂ gazı uygulamasının kendi örneklerine göre önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir (p>0,05). Uygulama süresi dikkate alındığında a* değerlerinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır. a* değeri üzerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). CO₂ gazı uygulamasının a* üzerindeki etkisi H koşullarına göre 30 ve 45 dakikalık uygulama sürelerinde anlamlı bulunmuştur (p<0,05). a* değeri üzerinde N₂ gazı uygulamasının kendi kontrol örneğine göre anlamlı bir değişime neden olmadığı tespit edilmiştir (p>0,05). Uygulama süresi dikkate alındığında a* değerinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır.

Biçgel (2008), pastörizasyon sıcaklığının Valencia ve Kozan Misket portakallarından üretilen meyve sularının kalitesi üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında, işlem görmemiş Valencia örneklerinde a* değerini 1,00±0,58 olarak tespit etmiştir. Cortés ve ark (2008), işlem görmemiş taze portakal suyunda a* değerlerini 4,56±0,40 olarak tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada ise işlem görmemiş Valencia portakal suyu örneklerinde a* değerleri 6,98 ile 9,68 arasında

değişmektedir. Bu değerlerin önceki çalışmalardan yüksek olması, örneklerimizin rengindeki kırmızılığın daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durumun nedeninin hasat zamanı ya da yetiştirme koşullarındaki farklılıklar olduğu düşünülmektedir.

Kozan yerli portakal sularında O₂ gazı uygulamasında 60 dakikalık uygulama süresinde a* değerlerinde kendi kontrol örneklerine göre önemli bir değişime neden olmuştur (p<0,05). O₂ gazı uygulamasının a* değeri üzerindeki etkisi uygulama süresi dikkate alındığında a* değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının a* değeri üzerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Uygulama süresi dikkate alındığında a* değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. En düşük a* değerleri ise H koşullarında 45 ve 60 dakikalık uygulama sürelerinde belirlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının a* değeri üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu gözlemlenmiştir (p<0,05). a* değeri üzerinde 60 dakikalık N₂ gazı uygulamasının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Uygulama süresi dikkate alındığında a* değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek a* değeri N₂ gazının 15 ve 60 dakikalık uygulanmasıyla belirlenirken, en düşük a* değeri 45 dakikalık uygulama süresinde tespit edilmiştir.

Cortés ve ark (2008), taze portakal sularında a* değerlerini 4,56±0,40 olarak belirlemişlerdir.

Ağçam (2011), vurgulu elektrik alan ve ısıtma işlem uygulamalarının Kozan Yerli portakal suyunun özellikleri ve raf ömrü üzerine etkisini araştırdığı çalışmada, örneklerinin a* değerlerinin -4,02±0,06 ile -2,87±1,03 arasında değiştiğini, farklı uygulamaların a* değerleri üzerine olan etkisinin önemsiz olduğunu bildirmiştir.

Yaptığımız çalışmada ise işlem görmemiş Kozan Yerli portakal sularında a* değerleri 6,38 ile 8,98 arasında değişmektedir. Literatüre kıyasla daha yüksek a*

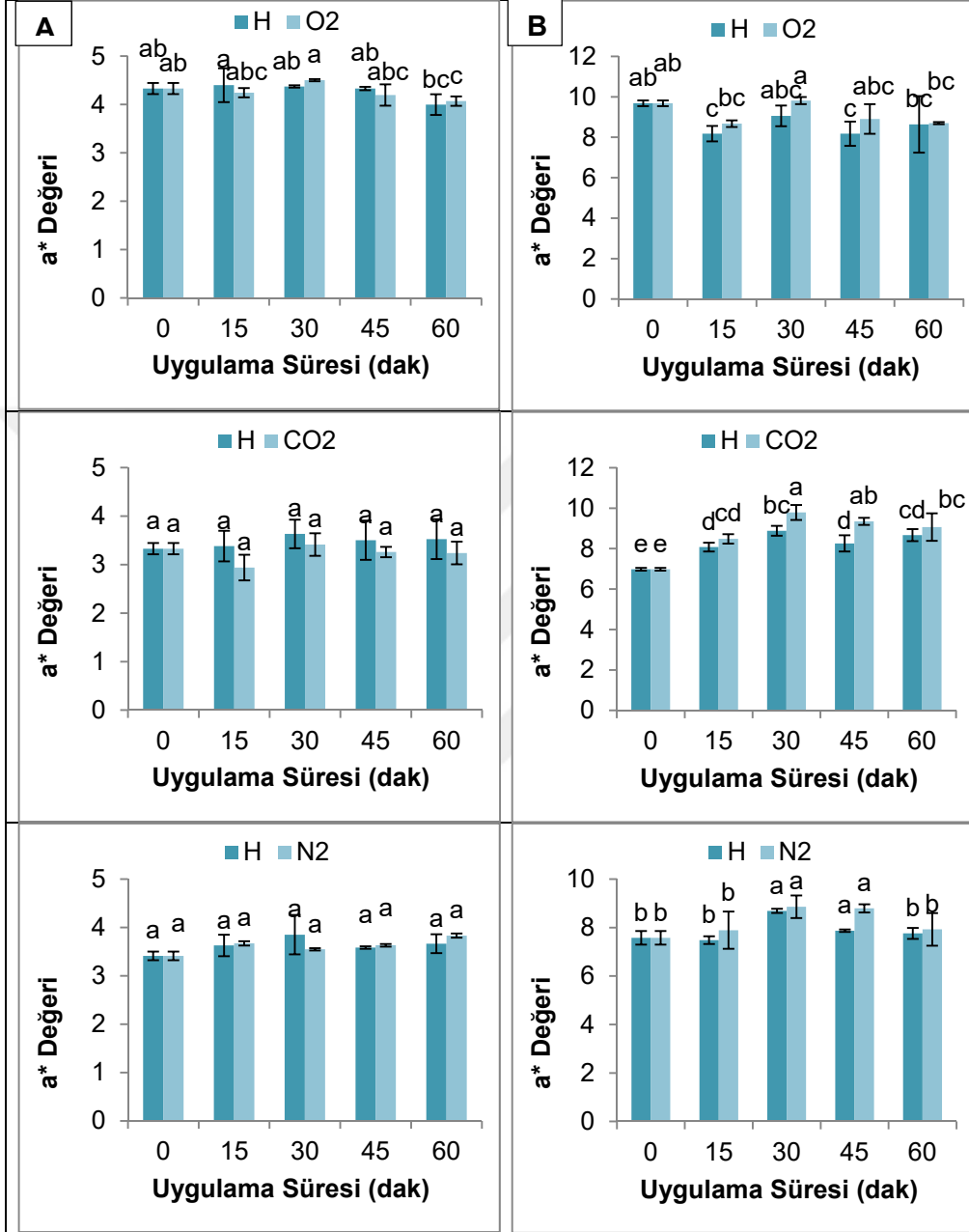
değerlerinin elde edilmesinin nedeninin, hasat zamanı ve yetiştirme koşullarındaki farklılıklar olabileceği düşünülmektedir.

Turunç sularının a^* değeri üzerinde O_2 gazı uygulaması kendi kontrol örneklerine göre önemli bir etkiye sebep olmamıştır. Uygulama süresine göre incelendiğinde a^* değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek a^* değeri 0 ve 45 dakikalık uygulama sürelerinde, en düşük a^* değeri ise 60 dakikalık uygulama süresinde belirlenmiştir. Turunç sularının a^* değeri üzerinde CO_2 gazı uygulaması anlamlı bir etkiye sebep olmamıştır. Uygulama süresi dikkate alındığında a^* değerinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır. En yüksek a^* değeri H koşullarında 0 dakikalık uygulama süresinde, CO_2 gazı koşullarında 15 ve 60 dakikalık uygulama sürelerinde gözlemlenmiştir. En düşük a^* değeri H koşullarında 15, 30, 45 ve 60 dakikalık uygulama sürelerinde, CO_2 gazı koşullarında 30 ve 45 dakikalık uygulama sürelerinde tespit edilmiştir. Turunç sularının a^* değeri üzerinde N_2 gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). a^* değeri üzerinde 30 dakikalık N_2 gazı uygulamasının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). 0, 15, 45 ve 60 dakikalık N_2 gazı uygulamalarının a^* değeri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında a^* değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek a^* değeri N_2 gazının 30 dakika uygulanmasıyla belirlenmiştir. En düşük a^* değeri 0 dakikalık uygulama süresinde tespit edilmiştir.

Tüm çeşitler birlikte değerlendirildiğinde a^* değeri en yüksek Valencia çeşidinde iken onu Kozan Yerli, Washington Navel ve Turunç izlemiştir ($p<0,05$).

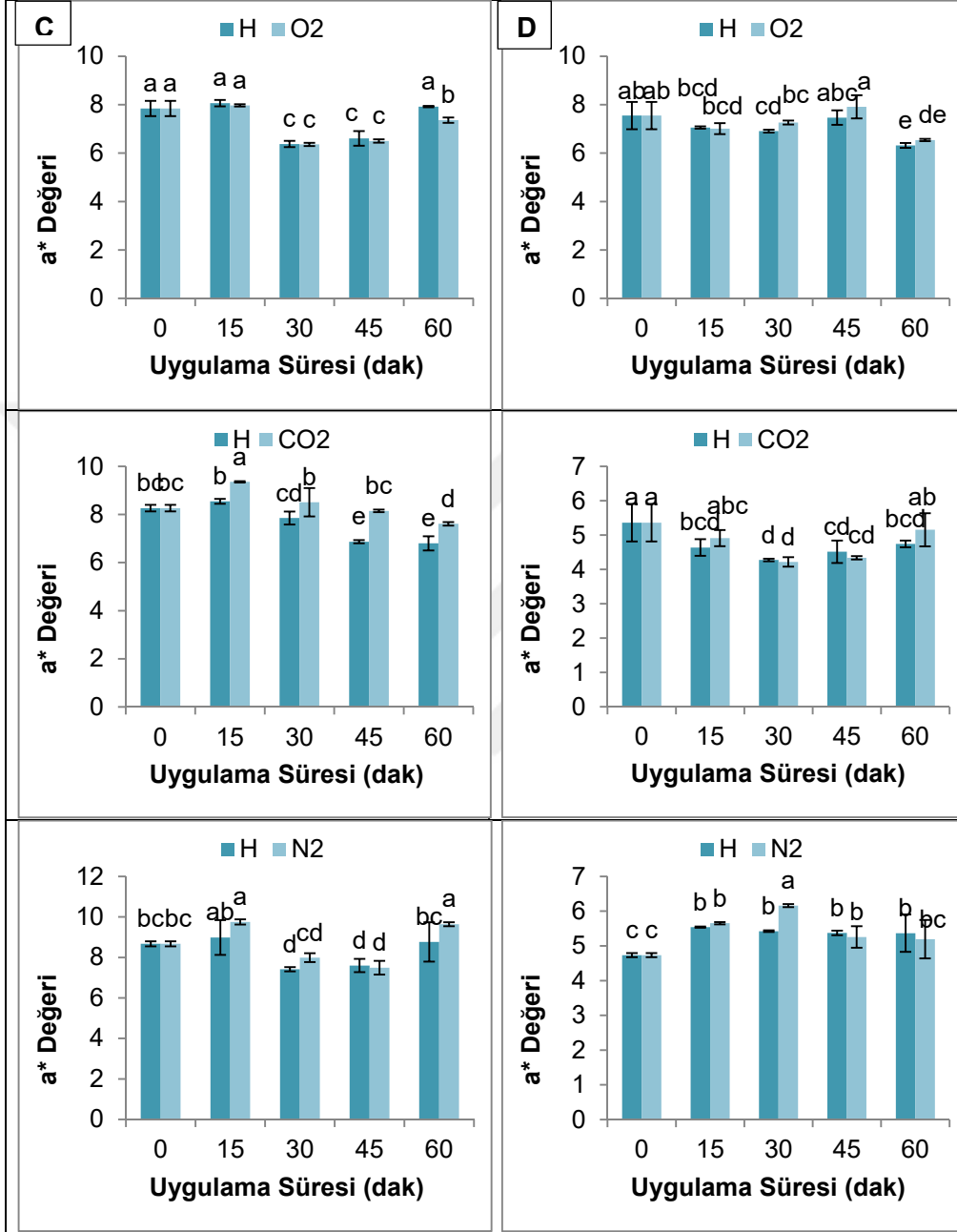
Çeşit farkı gözetmeksizin yapılan istatistiksel değerlendirmede, O_2 gazı uygulaması ile en yüksek a^* değerleri elde edilmiştir ($p<0,05$).

Uygulanan gazlar çeşit bazında dikkate alındığında Valencia ve Kozan Yerli suyunda N_2 gazı uygulanan örneklerde a^* değeri daha yüksek bulunmuştur. Washington Navel ve Turunç suyunda ise O_2 gazı uygulamasının a^* değerleri daha yüksek tespit edilmiştir ($p<0,05$).



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.27. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turuncgil sularının a* değerleri üzerine etkisi



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.28. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının a* değerleri üzerine etkisi

4.15. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının b^* değerleri üzerine etkisi

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turunçgil sularının b^* değerlerindeki değişimler Şekil 4.29 ve 4.30' da verilmiştir.

Washington portakal sularının b^* değeri üzerinde O_2 gazı uygulaması ve süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$). b^* değeri üzerinde 15 ve 45 dakikalık O_2 gazı uygulamasının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında b^* değerinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır. Washington portakal sularının b^* değerinin CO_2 gazı uygulaması ve süresine bağlı olarak değiştiği görülmektedir ($p<0,05$). b^* değeri üzerinde CO_2 gazı uygulaması kontrol örneklerine göre yalnızca 60 dakikalık örnek grubunda anlamlı bir değişime neden olmuştur ($p<0,05$). Washington Navel portakal sularının b^* değeri üzerinde N_2 gazı uygulaması ve süresinin etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Valencia portakal sularının b^* değeri üzerinde O_2 gazı uygulaması kendi kontrol örneklerine göre önemli bir değişikliğe neden olmamıştır. Uygulama süresi dikkat alındığında b^* değerlerinde dalgalanmalar olmuş ancak yorumlanabilir bulunmamıştır. CO_2 gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). CO_2 gazı uygulamasının b^* üzerindeki etkisi H koşullarına göre 45 dakikalık uygulama süresinde anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). 0, 15, 30 ve 60 dakikalık uygulama süreleri ise CO_2 gazı uygulanması koşullarında b^* değeri üzerinde herhangi bir değişime neden olmamıştır ($p>0,05$). N_2 gazı uygulamasının ve süresinin b^* değerinde kontrol grubuna göre önemli bir değişime neden olmadığı tespit edilmiştir.

Li-Ying ve ark (2008), Olinda Valencia portakal türünün b^* değerini 14,06, Delta Valencia portakal türünün b^* değerini 51,46 olarak tespit etmişlerdir.

Timmermans ve ark (2011), hiçbir işlem görmemiş portakal suyunun b^* değerini 61,84 olarak tespit etmişlerdir.

Valencia portakal sularında asitliğin giderilmesi için yapılan bir çalışmada portakal sularının işlem öncesi b^* değerlerinin 81,34 ile 81,98 arasında olduğutespit edilmiştir (Önür, 2014). Yaptığımız çalışmada işlem görmemiş Valencia portakal sularının b^* değerleri ise 73,20 ile 80,58 arasında değişmektedir.

Kozan yerli portakal sularında O_2 gazı uygulaması ve süresi b^* değerlerinde kontrol grubuna göre anlamlı değişime neden olmuştur ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında b^* değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiş 30. dakikadan sonra azalmalar olmuştur. Kozan Yerli portakal sularının b^* değeri üzerinde CO_2 gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). CO_2 gazı uygulamasının b^* üzerindeki etkisi H koşullarına göre 15, 30 ve 45 dakikalık uygulama sürelerinde anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). 0 ve 60 dakikalık uygulama süreleri ise CO_2 gazı uygulanması koşullarında b^* üzerinde önemli bir değişime neden olmamıştır ($p>0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında b^* değerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının b^* değeri üzerinde N_2 gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). 60 dakika sonunda azot gazı altında tutulanların b^* değeri daha iyi korunmuştur.

Işık (2008), pastörizasyon sıcaklığının Kozan Yerli çeşit portakal sularının kalite özellikleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında, b^* değerinin, $37,50\pm1,30$ ile $39,18\pm1,27$ arasında değiştiğini, kontrol grubunun b^* değerinin örnekler arasında en yüksek değer olduğunu belirlemiştir. Ağçam (2011), vurgulu elektrik alan ve ısıtma işlem uygulamalarının Kozan Yerli portakal suyunun b^* değerinin 18,54 ile 20,77 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Yaptığımız çalışmada işlem görmemiş Kozan Yerli portakal sularının b^* değerleri 64,44 ile 75,03 arasında tespit edilmiştir. Önceki çalışmalara göre yüksek bulunan bu değerler örneklerimizin renginin daha sarı olduğunu göstermektedir.

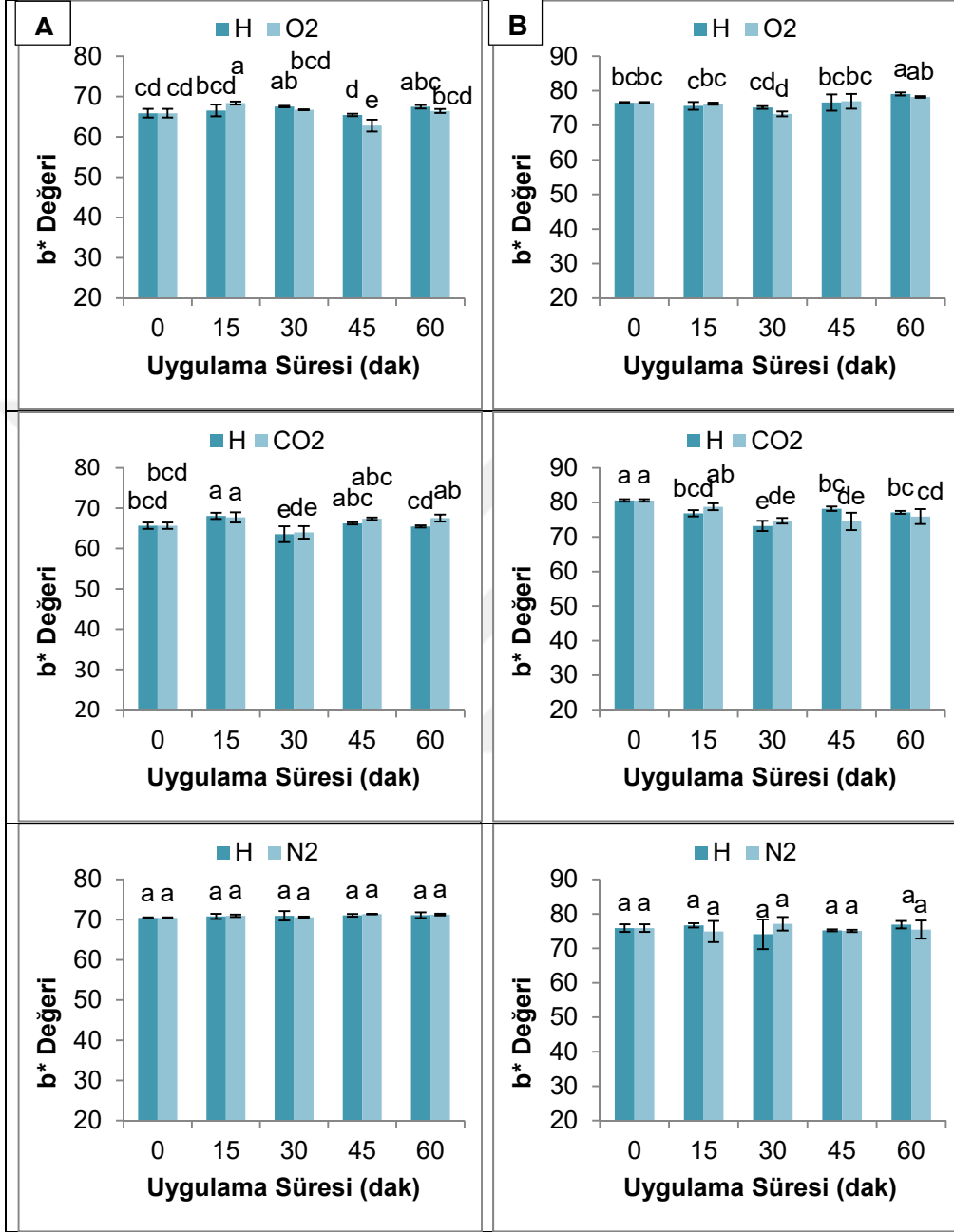
Turunç sularının b^* değeri üzerinde O_2 gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). O_2 gazı uygulamasının b^* üzerindeki etkisi yalnızca 45 dakikalık uygulama süresinde anlamlı bulunmuştur

($p<0.05$). En düşük b^* değeri ise H ve O₂ gazı koşullarında 60 dakikalık uygulama süresinde belirlenmiştir. Turunç sularının b^* değerinin CO₂ gazı uygulaması ve süresine bağlı olarak anlamlı ölçüde değiştiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Uygulama süresi dikkate alındığında b^* değerinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır. En yüksek b^* değeri 60 dakikalık uygulama süresinde gözlemlenmiştir. Turunç sularının b^* değeri üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu bulgulanmıştır ($p<0.05$). b^* değeri üzerinde 15, 30 ve 45 dakikalık N₂ gazı uygulamalarının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Uygulama süresi dikkate alındığında b^* değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek b^* değeri N₂ gazının 45 dakikalık uygulanmasıyla gözlemlenirken en düşük b^* değeri 60 dakikalık uygulama süresinde tespit edilmiştir.

Tüm çeşitler birlikte değerlendirildiğinde b^* değeri en yüksek Valencia çeşidinde iken onu Kozan Yerli, Washington Navel ve Turunç izlemiştir ($p<0.05$).

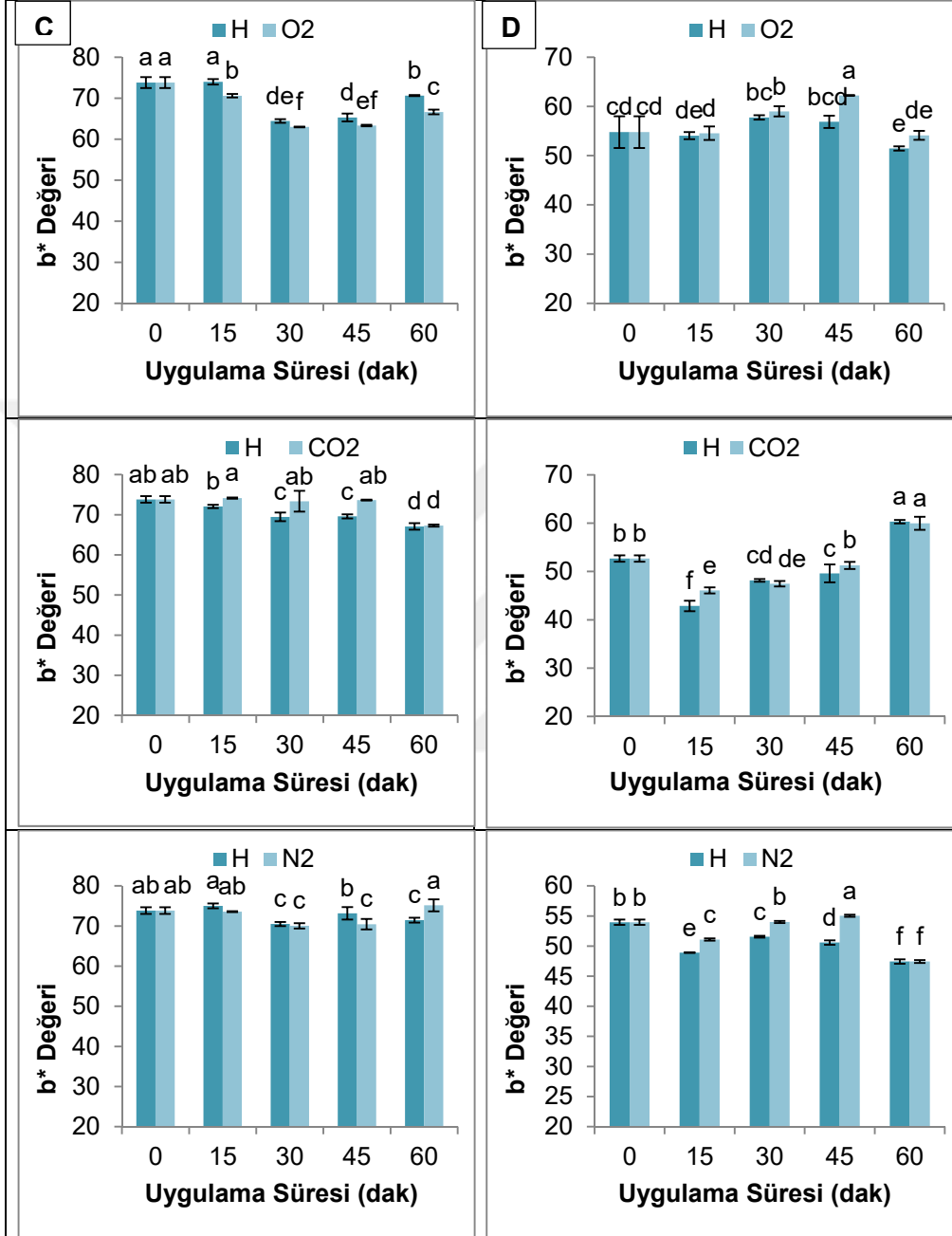
Çeşit farkı gözetmeksizin yapılan istatistik değerlendirmede, N₂ gazı uygulaması ile en yüksek b^* değerleri elde edilmiştir ($p<0.05$).

Uygulanan gazlar çeşit bazında dikkate alındığında Washington Navel, Kozan Yerli ve Turunç suyunda N₂ gazı uygulanan örneklerde b^* değeri daha yüksek olmuştur. Valencia çeşidinde ise O₂ gazı uygulamasının b^* değerleri daha yüksek tespit edilmiştir ($p<0.05$).



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.29. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turuncğil sularının b^* değerleri üzerine etkisi



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.30. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının b* değerleri üzerine etkisi

4.16. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının Hue* değerleri üzerine etkisi

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turunçgil sularının Hue* değerlerindeki değişimler Şekil 4.31 ve 4.32’ de verilmiştir.

Washington portakal sularının Hue* değeri üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Hue* değeri üzerinde 15 dakikalık O₂ gazı uygulamasının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Hue* değeri 60 dakikalık uygulama sonunda başlangıç değerini korumuştur. CO₂ gazı uygulaması ve süresine bağlı olarak değiştiği ($p<0,05$) görülsede değerlerde yorumlanabilir bir fark olduğu düşünülmemektedir. N₂ gazı uygulamasında da CO₂ gazında olduğu gibi önemli farklar ortaya çıkmadığı görülmektedir.

Valencia portakal sularının Hue* değeri üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Ancak bulunan istatistiksel farklılıklar yorumlanabilir bir farklılık olarak görülmemektedir. Valencia portakal sularının Hue* değeri üzerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). CO₂ gazı uygulamasının Hue* üzerindeki etkisi H koşullarına göre 30 ve 45 dakikalık uygulama sürelerinde anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). 0. dakikadaki Hue* değeri ile en düşük değer olan 30 dakika sonunda H ve CO₂ altında tutulan arasındaki azalma oranı sırasıyla %2,31 ile %2,95’tir. Hue* değeri üzerinde N₂ gazı uygulamasıda benzer durum göstermiştir.

Literatürde, Valencia portakal sularına ait Hue* değerleri 73,85–86,44 aralığında değişim göstermektedir (Li-Yang ve ark, 2008; Biçgel, 2008)

Yaptığımız çalışmada işlem görmemiş Valencia örneklerinin Hue* değerlerinin 81,88 ile 85,84 arasında tespit edilmiştir. Değerlerimiz önceki çalışmalarda elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

Kozan yerli portakal sularında O₂ gazı uygulaması ve süresi Hue* değerlerinde kontrol grubuna göre anlamlı değişime neden olmuştur ($p<0,05$). 15

dakikalık O₂ gazı uygulaması Hue* değerlerinde anlamlı değişime sebep olmuştur ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında Hue* değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. H koşullarında ve oksijen uygulanan koşullarda en yüksek Hue* değeri 30 ve 45 dakikalık uygulamalarda belirlenirken, en düşük Hue* değeri 60 dakikalık uygulama süresinde gözlemlenmiştir. Ancak farklılıklar çok düşük düzeydedir. Kozan Yerli portakal sularının Hue* değeri üzerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). En yüksek Hue* değeri H koşullarında 45 ve 60 dakikalık uygulama sürelerinde tespit edilmiştir. Kozan Yerli portakal sularının Hue* değeri üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Hue* değeri üzerinde 30, 45 ve 60 dakikalık N₂ gazı uygulamalarının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında Hue* değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir.

Işık (2008), pastörizasyon sıcaklığının Kozan Yerli çeşit portakal sularının kalite özellikleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmada, Kozan Yerlisi çeşidine ait örneklerde sıcaklık artışı ile birlikte Hue* değerlerinde artış gerçekleştiğini, bu çeşide ait örneklerde Hue* değerlerinin $86,91\pm0,10$ ile $87,08\pm0,41$ aralığında olduğunu tespit etmiştir. Yaptığımız çalışmada işlem görmemiş Kozan Yerli örneklerinin Hue* değerlerinin 82,42 ile 84,35 arasında olduğu belirlenmiştir.

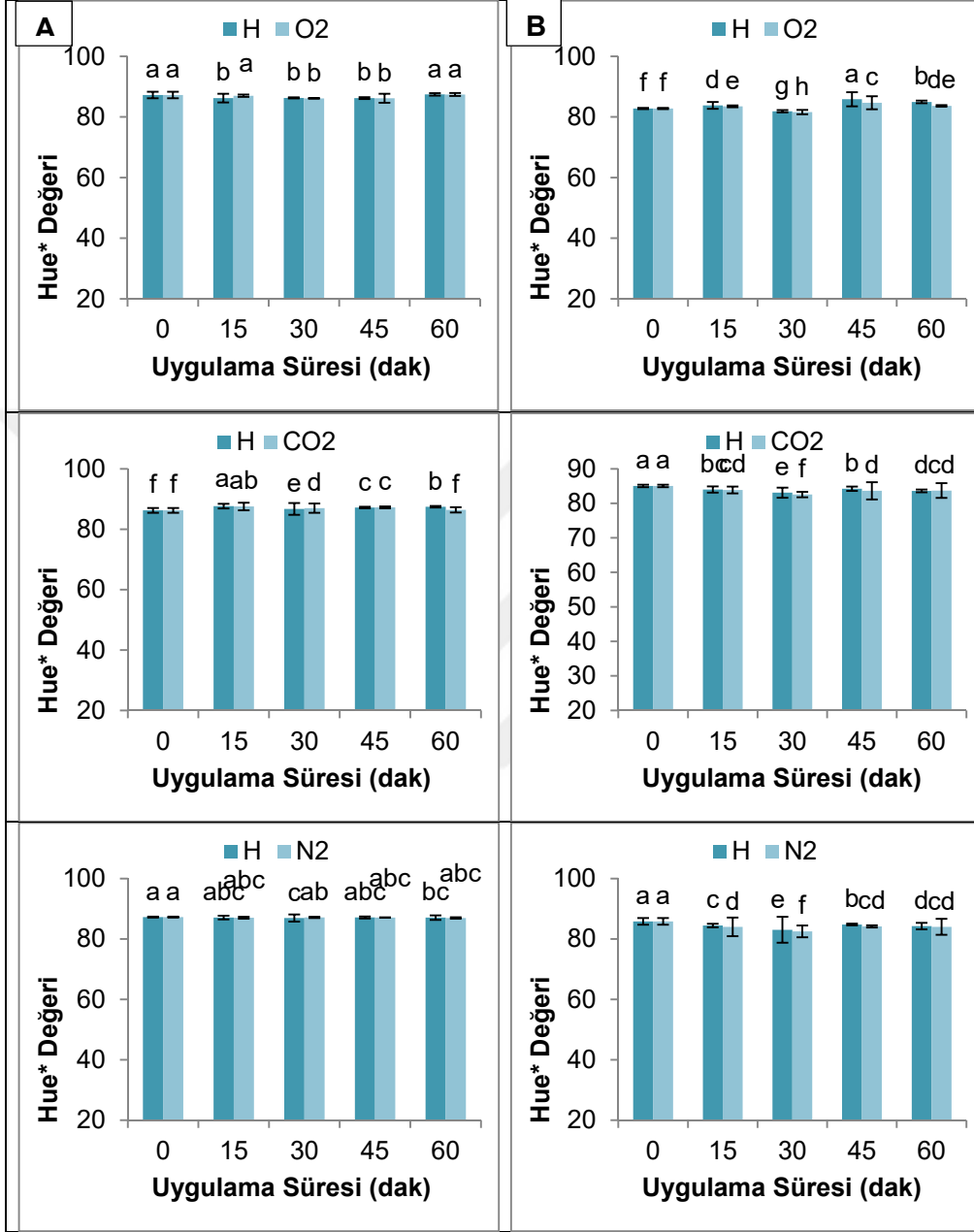
Turunç sularının Hue* değeri üzerinde O₂ gazı uygulamasının etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Uygulama süresine göre incelendiğinde Hue* değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. Turunç sularının Hue* değerinde CO₂ gazı uygulaması kontrol grubuna göre anlamlı değişime neden olmamıştır. Uygulama süresi dikkate alındığında Hue* değerinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır. Turunç sularının Hue* değeri üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Hue* değeri üzerinde 30 ve 60 dakikalık N₂ gazı uygulamasının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate

alındığında Hue* değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. Farklılıkların var olduğu, ancak yorum yapılabilecek kadar farklı olmadığı düşünülmektedir.

Tüm çeşitler birlikte değerlendirildiğinde Hue* değeri en yüksek Washington Navel suyunda belirlenirken ($p<0,05$), diğer çeşitler arasındaki farklar önemli bulunmamıştır.

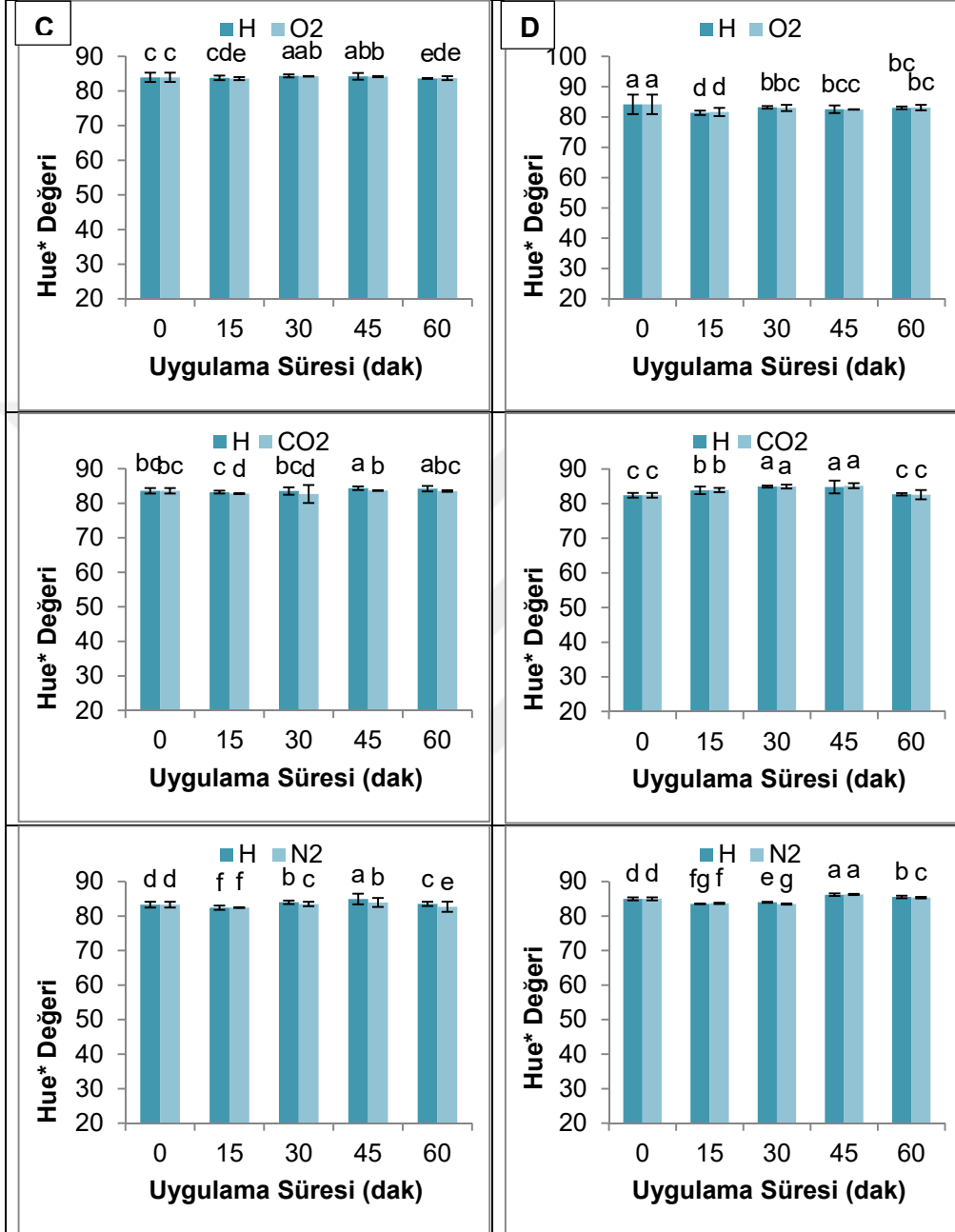
Yine çeşit farkı gözetmeksizin yapılan istatistiksel değerlendirmede, uygulanan gazların Hue* değeri üzerinde en fazla etkiyi N₂ gazı göstermiştir.

Uygulanan gazlar çeşit bazında dikkate alındığında Washington Navel, Valencia ve Turunç sularında N₂ gazı uygulamasının, Kozan yerli çeşidinde ise O₂ uygulamasının örneklerin Hue* değerini arttırıcı etki gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$).



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.31. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turuncgil sularının Hue* değerleri üzerine etkisi



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.32. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turuncgil sularının Hue* değerleri üzerine etkisi

4.17. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turuncgil sularının Chroma (C*) değerleri üzerine etkisi

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turuncgil sularının Chroma (C*) değerlerindeki değişimler Şekil 4.33 ve 4.34’ de verilmiştir.

Washington portakal sularının C* değeri üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$). C* değeri üzerinde 15 ve 45 dakikalık O₂ gazı uygulamasının kendi kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında C* değerinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır. C* değerinin CO₂ gazı uygulaması ve süresine bağlı olarak değiştiği görülmektedir ($p<0,05$). C* değeri üzerinde CO₂ gazı uygulaması kontrol örneklerine göre 15 ve 60 dakikalık örnek gruplarında anlamlı bir değişime neden olmuştur ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında C* değerinde dalgalanma olduğu belirlenmiştir. Washington Navel portakal sularının C* değeri üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresi kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olmamıştır.

Yaptığımız çalışmada işlem görmemiş Washington örneklerinde kroma değerleri 66,77 ile 80,89 arasında değişmektedir.

Valencia portakal sularının C* değeri üzerinde O₂ gazı uygulaması kendi kontrol örneklerine göre önemli bir etkiye sahip değildir. En düşük C* değeri 45 dakikalık uygulama süresinde gözlemlenmiştir. Valencia portakal sularının C* değeri üzerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). CO₂ gazı uygulamasının C* üzerindeki etkisi H koşullarına göre 45 dakikalık uygulama süresinde anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). N₂ gazı uygulamasının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında C* değerinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır. En düşük C* değeri N₂ gazının 30 dakikalık uygulanması sonucu tespit edilmiştir.

Li-Ying ve ark. (2008), Olinda Valencia portakal türünün kroma değerini 53,04, Delta Valencia portakal türünün kroma değerini 50,55 olarak

belirlemişlerdir. Olinda Valencia'nın daha yüksek kroma değeri ile daha parlak ve saf bir renge sahip olduğunu bildirmişlerdir. Biçgel (2008), işlem görmemiş Valencia örneklerinde C* değerini $36,79 \pm 1,09$ ile $42,24 \pm 0,41$ aralığında tespit etmiştir. Yaptığımız çalışmada ise işlem görmemiş Valencia örneklerinde C* değerleri 66,77 ile 80,89 arasında tespit edilmiştir.

O₂ gazı uygulaması ve süresi Kozan Yerli portakal sularının C* değerlerinde kontrol grubuna göre anlamlı değişime neden olmuştur ($p < 0,05$). C* değeri O₂ gazının 30.dakikadan sonra azalma görülmüştür. Kozan Yerli portakal sularının C* değeri üzerinde CO₂ gazı uygulamasının kendi kontrol örneğine göre önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$). N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). 30.dakika sonunda C* değeri azalma ve artış göstermiştir.

Literatürde Kozan Yerli çeşidi portakallardan elde edilen meyve sularının C* değerlerinin 37,55–39,23 (Işık, 2008) ve 18,78–21,12 (Ağçam, 2011) aralıklarında değiştiği bildirilmiştir.

Yaptığımız çalışmada işlem görmemiş Kozan Yerli örneklerinde Chroma değerleri 63,42 ile 75,69 arasında değişmektedir. Bu çalışmada kullanılan örneklerin renk doygunluğu literatürdekilere kıyasla daha yüksektir.

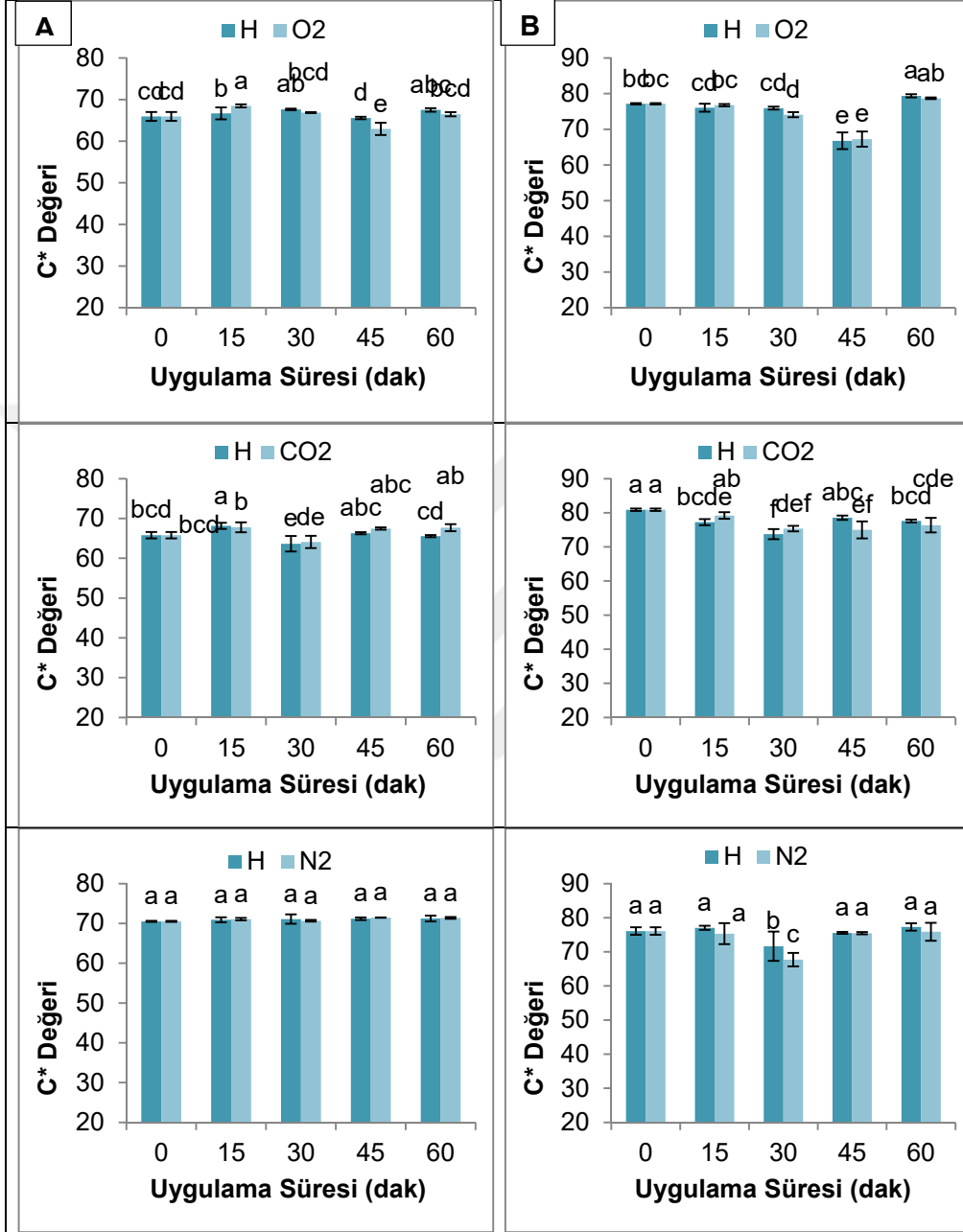
Turunç sularının C* değeri üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Turunç sularının C* değerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresi kontrol grubuna göre anlamlı etkiye sahiptir ($p < 0,05$). C* değeri üzerinde 15 ve 45 dakikalık CO₂ gazı uygulamalarının kendi kontrol grubuna göre önemli değişimler olmuştur ($p < 0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında C* değerinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır. En yüksek C* değeri 60 dakikalık uygulama süresinde gözlemlenmiştir. N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). C* değeri üzerinde 15, 30 ve 45 dakikalık N₂ gazı uygulamasının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında C* değerinde dalgalanma

olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek C^* değeri N_2 gazının 45 dakikalık uygulanmasıyla gözlenmiştir.

Tüm çeşitler birlikte değerlendirildiğinde C^* değeri en yüksek Valencia çeşidinde en yüksek iken onu Kozan Yerli, Washington Navel ve Turunç izlemiştir ($p<0,05$).

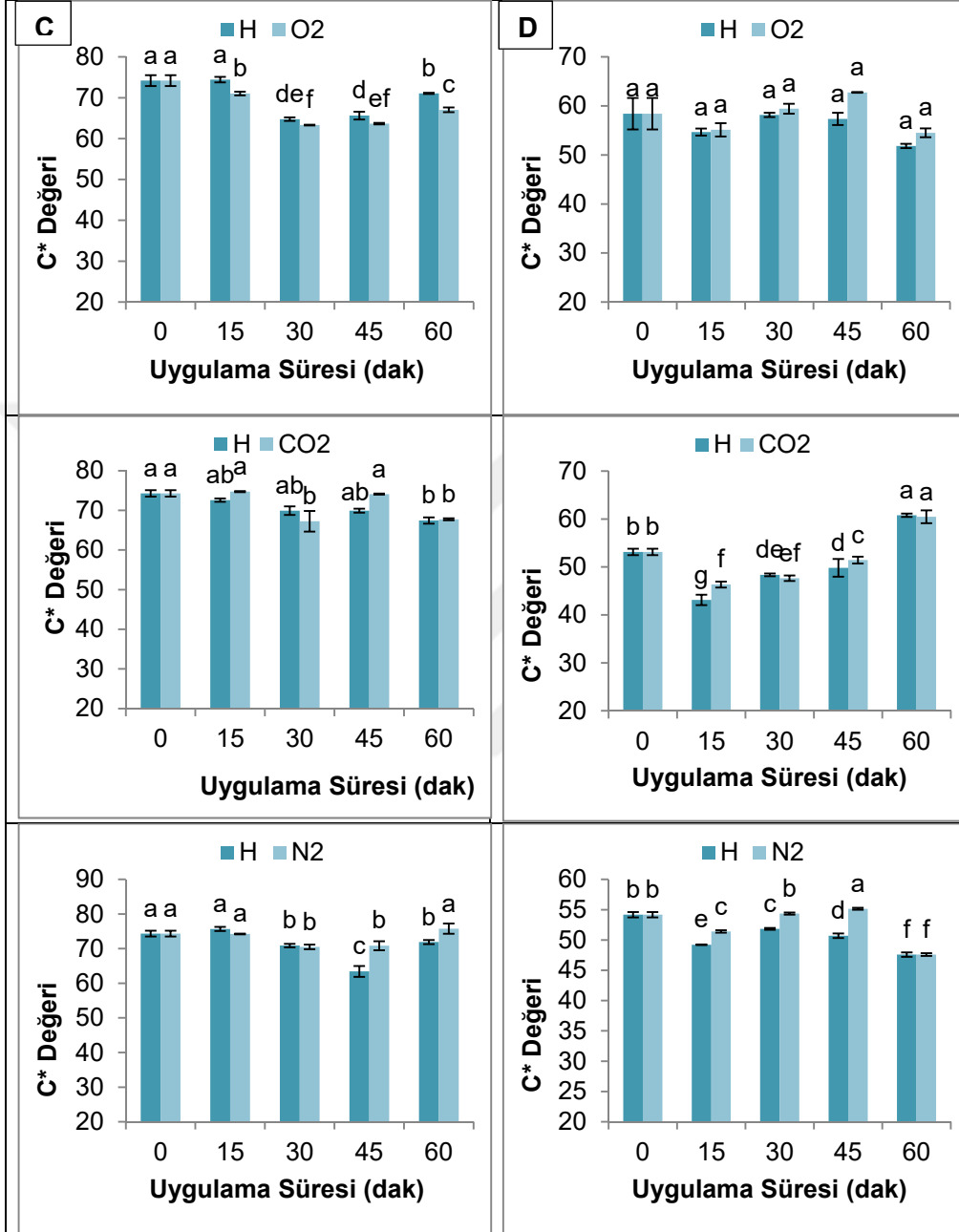
Çeşit farkı gözetmeksizin yapılan istatistik değerlendirmede, uygulanan gazların C^* değeri üzerinde önemli bir etki yapmadığı belirlenmiştir.

Uygulanan gazlar çeşit bazında dikkate alındığında Washington Navel çeşidinde N_2 gazı uygulanan örneklerde C^* değeri üzerine diğer gazlardan daha fazla etki etmiştir. Valencia çeşidinde ise CO_2 gazının, Kozan yerli çeşitte N_2 ve CO_2 gazlarının, Turunç üzerinde ise O_2 gazının C^* değerini arttırıcı etki gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$).



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.33. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turuncğil sularının C* değerleri üzerine etkisi



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.34. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turunçgil sularının C* değerleri üzerine etkisi

4.18. Farklı atmosfer koşullarının farklı çeşitlere ait turunçgil sularının ΔE değerleri üzerine etkisi

Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turunçgil sularının ΔE değerlerindeki değişimler Şekil 4.35 ve 4.36’ da verilmiştir.

Washington Navel portakal sularının ΔE değeri üzerinde O_2 gazı uygulaması ve süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$). ΔE değeri üzerinde 15 dakikalık O_2 gazı uygulamasının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Uygulama süresi arttıkça ΔE değeride artmıştır. En yüksek ΔE değeri 45 ve 60 dakikalık uygulama sonunda belirlenmiştir. Washington portakal sularının ΔE değerinde CO_2 gazı uygulaması ve süresine göre istatistiksel olarak önemli değişim görülmektedir. CO_2 uygulanan örneklerdeki değişim daha fazla olmuştur. ΔE değeri üzerinde N_2 gazı uygulamasında da azot uygulanan örneklerin kontrol grubuna göre ΔE değerinde daha az değişim (30. dakika hariç) olmuştur. İstatistiksel olarak farklar önemsiz bulunmuştur.

Valencia portakal sularının ΔE değeri üzerinde O_2 gazı uygulaması kendi kontrol örneklerine göre önemli etkiye sahip değildir (60. dakika hariç). Uygulama süresi dikkate alındığında ΔE değerlerinde dalgalanma olduğu belirlenmiştir. En yüksek ΔE değeri 60 dakikalık uygulama süresinde gözlemlenmiştir. Valencia portakal sularının ΔE değerinde CO_2 gazı uygulaması ve süresine bağlı olarak önemli bir değişim meydana gelmemiştir (45. dakika hariç). ΔE değeri üzerinde 30 dakikalık N_2 gazı uygulamasının kontrol grubuna göre anlamlı bir değişime neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında ΔE değerinde dalgalanma olduğu bulgulanmıştır. En yüksek ΔE değeri (en büyük renk değişimi) N_2 gazı koşullarında 30 dakikalık uygulama süresinde belirlenmiştir.

Valencia portakal sularında asitliğin giderilmesi için 5 farklı reçine ile muamele edilen portakal sularında ekstraksiyondan sonra asitlik giderme işlemi ile ΔE değeri 4,89 ile 10,93 arasında belirlenmiştir (Önür, 2014).

Kozan yerli portakal sularında O_2 gazı uygulaması ve süresi ΔE değerlerinde kontrol grubuna göre önemli değişime neden olmuştur ($p<0,05$). 15,

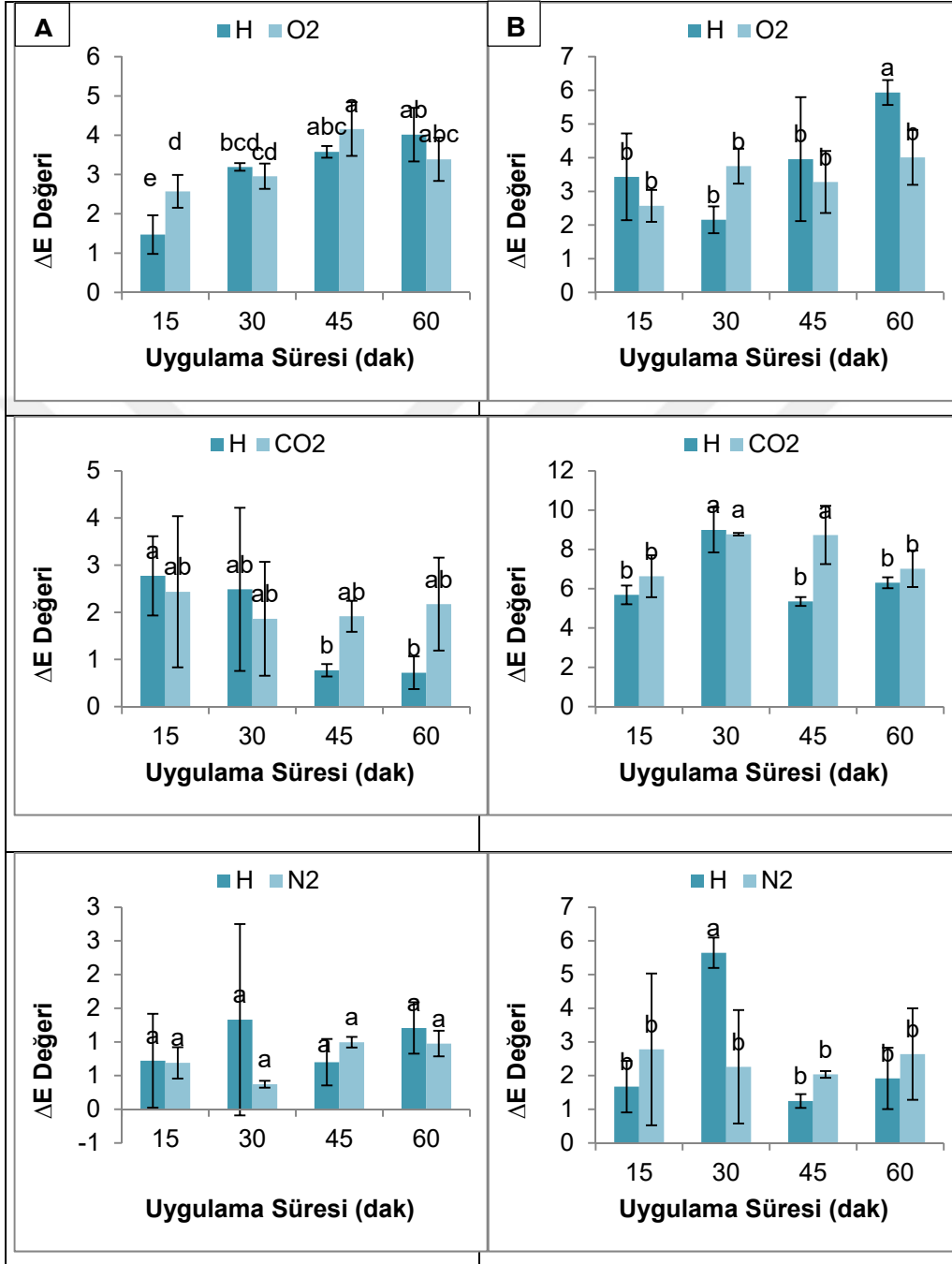
45 ve 60 dakikalık O₂ gazı uygulaması ΔE değerlerinde artışa neden olmuştur ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında ΔE değerinde dalgalanma olduğu gözlemlenmiştir. Kozan Yerli portakal sularının ΔE değeri üzerinde CO₂ gazı uygulaması ve süresinin istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilse de CO₂ gazı renk değişimlerini engellemede 45. dakikaya kadar etkili olmuş görülmektedir. N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin kendi kontrol grubuna göre farksız görünmekte ancak farklılıklar vardır ($p<0,05$).

Turunç sularının ΔE değeri üzerinde O₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin önemli olduğu görülmektedir ($p<0,05$). ΔE değeri üzerinde 45 dakikalık O₂ gazı uygulamalarının kontrol grubuna göre arttırıcı etki gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). CO₂ gazı uygulaması ve süresi kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli etkiye sahiptir ($p<0,05$). Uygulama süresi dikkate alındığında ΔE değerinde azalma olduğu bulgulanmıştır. Turunç sularının ΔE değeri üzerinde N₂ gazı uygulaması ve süresinin etkisinin anlamlı olduğu görülmektedir ($p<0,05$). ΔE değeri üzerinde 45 dakikalık N₂ gazı uygulamasının kontrol grubuna göre korunduğunu göstermektedir.

Tüm çeşitler birlikte değerlendirildiğinde 0. dakikadaki kontrol örneği ile kıyaslandığında hesaplanan ΔE değeri en düşük Washington Navel suyunda belirlenirken ($p<0,05$), diğer çeşitler arasındaki farklar önemli bulunmamıştır. Bu değer kontrole göre en az renk değiştiren örneği temsil etmektedir.

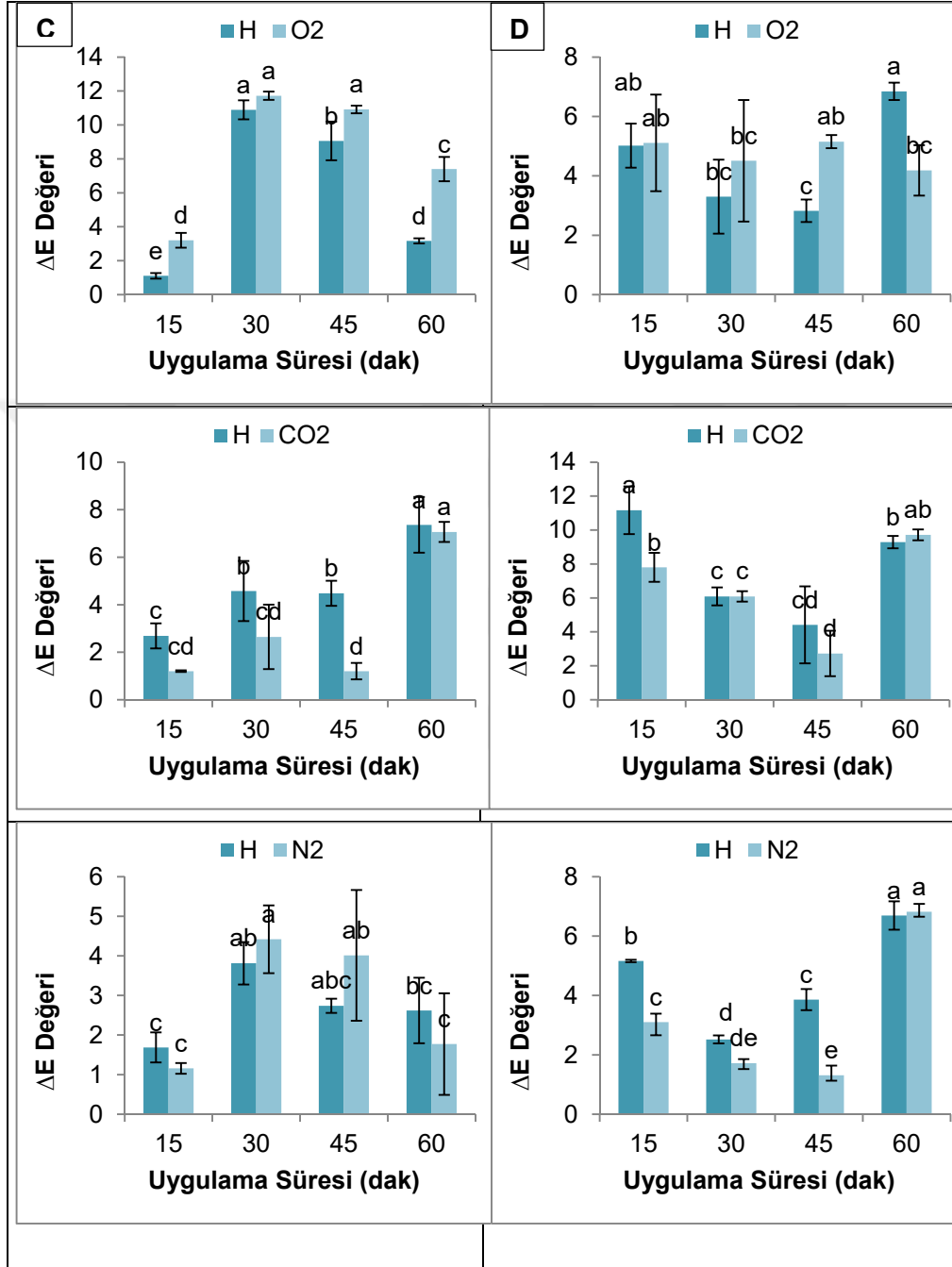
Yine çeşit farkı gözetmeksizin yapılan istatistiksel değerlendirmede, uygulanan gazların ΔE değeri üzerinde en az değişimi yapan gazın N₂ olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Uygulanan gazlar çeşit bazında dikkate alındığında tüm çeşitlerde ΔE değeri üzerinde en az değişime neden olan gazın N₂ gazı olduğu belirlenmiştir. Valencia ve Turunçta CO₂ gazı, Washington Navel ve Kozan yerli de O₂ gazı ΔE değeri üzerine daha arttırıcı etki göstermiştir.



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.35. Farklı atmosfer koşullarının Washington Navel (A) ve Valencia (B) çeşitlerine ait turuncğil sularının ΔE değerleri üzerine etkisi



Farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak 0,05 önem seviyesinde önemlidir ($p < 0,05$).

Şekil 4.36. Farklı atmosfer koşullarının Kozan Yerli (C) ve Turunç (D) çeşitlerine ait turuncğil sularının ΔE değerleri üzerine etkisi

5. SONUÇ

Bu çalışmada, 3 farklı portakal çeşidi (Washington Navel, Valencia, Kozan Yerli) ve turunçta ekstraksiyon sonrası biyoaktif bileşenlerin (limonin, nomilin, hesperidin, neohesperidin, naringin, klorojenik asit, askorbik asit ve karotenoid) değişimleri üzerine farklı gaz atmosferi ve farklı bekletme sürelerinin etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, O₂, CO₂ ve N₂ gazları ile oluşturulan ortamlarda, turunçgil suları 15, 30, 45 ve 60 dakika muamele edilip, işlem öncesi ve sonrası biyoaktif bileşenlerde meydana gelen değişimler ortaya konulmuştur.

Elde edilen bulgulara göre;

1. Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turunçgil sularında en yüksek pH değerleri Washington Navel portakal suyunda olup onu sırasıyla Kozan Yerli, Valencia ve Turunç izlemektedir. Turunçgil sularının en yüksek pH değerleri oksijen uygulanan örneklerde olurken en düşük CO₂ uygulanan örneklerde görülmüştür. Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde ise gazların pH üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur.
2. Titrasyon asitliği değerleri üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisi Washington Navel, Valencia ve Turunç suyunda önemsiz bulunurken, Kozan yerli çeşidi portakal sularında önemli bulunmuştur. Bu çeşit için en yüksek titrasyon asitliği değerleri CO₂ ve N₂ uygulanan örneklerde olurken en düşük O₂ uygulanan örneklerde görülmüştür. En yüksek titrasyon asitliği değerleri turunç suyunda olup onu sırasıyla Valencia, Kozan Yerli ve Washington Navel izlemektedir. Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde ise gazlar arasındaki farklar titrasyon asitliği değerleri bakımından önemsizdir.
3. Askorbik asit içerikleri üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisi değerlendirildiğinde Washington Navel’de N₂ gazının koruyucu görevi

diğer iki atmosfere göre daha fazla ve önemli bulunmuşken, Valencia, Kozan Yerli ve Turunç'ta CO₂ gazı daha koruyucu olmuştur. En yüksek askorbik asit içerikleri Valencia portakal suyunda olup onu sırasıyla Washington Navel, Kozan Yerli ve Turunç izlemektedir. Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde ise gazlar arasındaki farklar askorbik asit içerikleri bakımından önemsiz bulunmuştur.

4. Toplam karotenoid içeriği üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisinin önemli olduğu ve azot gazının koruyuculuğunun en yüksek olduğu belirlenmiştir. Tüm çeşitlere ait değerler birlikte değerlendirildiğinde toplam karotenoid içeriği bakımından çeşitler arasındaki farklılıklarda önemli olup, en yüksek içeriğe Kozan Yerli çeşidinin sahip olduğu onu Valencia, Washington Navel ve Turunç suyunun izlediği belirlenmiştir. Toplam karotenoid içeriği üzerinde, farklı atmosfer koşullarının etkisi Kozan Yerli, Washington Navel ve Turunç suyunda azot gazı diğer iki gazdan daha iyi koruyuculuk yapmıştır. CO₂ ortamında ise karotenoidler en az korunmuştur. Valencia çeşidinde gazlar arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur.
5. Toplam fenolik madde içerikleri üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisi değerlendirildiğinde, tüm çeşitlerde uygulama süresine bağlı olarak azalmalar kaydedilmiştir. Toplam fenolik madde, Kozan Yerli ve Turunçta en fazla N₂ ortamında bulunurken, Washington Navel çeşidinde O₂ gaz ortamında, Valencia'da CO₂ ortamında bulunmuştur. Tüm çeşitlere ait değerler birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek toplam fenolik madde içerikleri Valencia çeşidinde olup onu Kozan Yerli, Turunç ve Washington Navel izlemiştir. Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde ise toplam fenolik madde içeriği en çok N₂ gazının altında tutulan örneklerde bulunmuştur.
6. En yüksek klorojenik asit içeriği Valencia çeşidinde olup onu Turunç, Kozan Yerli ve Washington Navel izlemiştir. Çeşit farkı gözetmeksizin

tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde ise klorojenik asit içeriği bakımından gazlar arasındaki farklar önemli bulunmamıştır. Klorojenik asit, Washington Navel ve Kozan Yerli’de N_2 ortamında en fazla bulunurken, Valencia çeşidinde CO_2 gazı ortamında, turunçta O_2 ortamında en fazla klorojenik asit bulunmuştur.

7. En yüksek naringin içeriğine Turunç sahipken onu Washington Navel, Valencia ve Kozan Yerli çeşidi izlemiştir. Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde naringin içeriği üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir. Washington Navel ve Turunç suyunda O_2 ortamında, Kozan Yerlide azot gazında, Valencia’da CO_2 ve O_2 gazlarında daha fazla bulunmuştur.
8. En yüksek hesperidin içeriği Valencia çeşidinde olup onu Washington Navel ve Kozan Yerli (Washington Navel ile benzer içeriğe sahip) izlerken turunç en az hesperidin içeriğine sahiptir. Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiği ise gazlar arasındaki farklar hesperidin içeriği bakımından önemli olup en fazla O_2 ortamında tutulan örneklerde bulunmuştur. Çeşitler ayrı ayrı değerlendirildiğinde hesperidin içerikleri Valencia ve Turunçta O_2 ortamında daha fazla bulunurken Washington Navel çeşidinde N_2 gaz ortamında bulunmuştur.
9. En yüksek neohesperidin içeriğine önemli bir farkla Turunç suyu sahiptir. Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde, neohesperidin içeriği üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisinin önemli değildir. Neohesperidin içeriği üzerinde farklı atmosfer koşullarının etkisi Kozan Yerli ve Turunç suyunda O_2 ortamında daha yüksek, Washington Navel’de gazlar arasında fark önemsiz, Valencia’da ise CO_2 ve N_2 ortamında neohesperidin daha fazla bulunmuştur.
10. En yüksek limonin içeriği Turunç suyunda olup onu Washington Navel, Valencia ve Kozan Yerli izlemiştir. Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde ise gazlar arasındaki farklar limonin içeriği

bakımından önemsizdir. Limonin içeriği Washington Navel ve Valencia N₂ ortamında, Kozan Yerli'de O₂ ortamında daha fazla ve farklı bulunmuştur.

11. En yüksek nomilin içerikleri Turunç ve Washington Navel portakal suyundadır, onu sırasıyla Valencia ve Kozan Yerli izlemektedir. Çeşit farkı gözetmeksizin tüm gazlar birlikte değerlendirildiğinde ise gazlar arasındaki farklar nomilin içeriği bakımından farklılık göstermiş olup, en yüksek ve farklı olarak bulunan ortam O₂'dir. Washington Navel çeşidinde N₂ ortamında, Kozan Yerli ve Turunç çeşidinde O₂ ortamında daha fazla ve farklı bulunmuştur.
12. Farklı gaz atmosferlerinde tutulan turuncgil sularının renk değerlerindeki değişimler her bir renk özelliği için farklı olmuştur.
13. En yüksek L* değerleri Turunçta iken onu Kozan Yerli, Valencia ve Washington Navel izlemiştir. Çeşit farkı gözetmeksizin uygulanan farklı gazların L* değeri üzerinde önemli bir değişim yapmadığı belirlenmiştir. L* değeri üzerinde uygulanan farklı gazlar çeşit bazında dikkate alındığında Valencia ve Turunç suyunda N₂, Washington Navel'de CO₂ ve Kozan Yerli suyunda ise O₂ gazı uygulanan örneklerde daha yüksek tespit edilmiştir.

a* değeri en yüksek Valencia çeşidinde iken onu Kozan Yerli, Washington Navel ve Turunç izlemiştir. Çeşit farkı gözetmeksizin O₂ gazı uygulamasında en yüksek a* değerleri elde edilmiştir. Uygulanan gazlar çeşit bazında dikkate alındığında ise Valencia ve Kozan Yerli'de N₂, Washington Navel ve Turunç suyunda ise O₂ gazı uygulamasının a* değerleri daha yüksek tespit edilmiştir.

b* değeri Valencia çeşidinde en yüksek iken onu Kozan Yerli, Washington Navel ve Turunç izlemiştir. Çeşit farkı gözetmeksizin N₂ gazı uygulaması ile en yüksek b* değerleri elde edilmiştir. Uygulanan gazlar çeşit bazında dikkate alındığında Washington Navel, Kozan Yerli ve Turunç suyunda N₂, Valencia çeşidinde ise O₂ gazı uygulamasının b* değerleri daha yüksek tespit edilmiştir.

Hue* değeri en yüksek Washington Navel suyunda belirlenirken, diğer çeşitler arasındaki farklar önemli bulunmamıştır. Uygulanan gazların Hue* değeri üzerinde en yüksek etkiyi yine N₂ gazı göstermiştir. Uygulanan gazlar çeşit bazında dikkate alındığında Washington Navel, Valencia ve turunç sularında N₂, Kozan yerli çeşidinde ise O₂ uygulamasının Hue* değerini arttırıcı etki gösterdiği belirlenmiştir.

c* değeri en yüksek Valencia çeşidinde iken onu Kozan Yerli, Washington Navel ve Turunç izlemiştir. Uygulanan farklı gazların C* değeri üzerinde farklı bir etki yapmadığı belirlenmiştir.

Tüm çeşitler birlikte değerlendirildiğinde 0. dakikadaki kontrol örneği ile kıyaslanarak hesaplanan ΔE değeri en düşük Washington Navel suyunda belirlenirken, diğer çeşitler arasındaki farklar önemli bulunmamıştır. Bu değer kontrole göre en az renk değiştiren örneği temsil etmektedir. Yine çeşit farkı gözetmeksizin uygulanan gazların ΔE değeri üzerinde en az değişimi yapan gazın N₂ olduğu belirlenmiştir. Uygulanan gazlar çeşit bazında dikkate alındığında tüm çeşitlerde ΔE değeri üzerinde en az değişime neden olan gazın N₂ gazı uygulanan örneklerde olduğu belirlenmiştir. Valencia ve Turunçta CO₂ gazı, Washington Navel ve Kozan Yerli de O₂ gazı ΔE değeri üzerine daha arttırıcı etki gösterirmiştir.

Çalışmadan elde edilen bulgular sonucunda, turunçgillerin işlenmesi sırasında atmosferin modifiye edilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Yöremizde yetiştirilen Kozan Yerli çeşidinin hem çeşit özellikleri hem de N₂ gazı ortamında biyoaktif bileşen özelliklerinin korunduğunun tespit edilmesi meyve suyu sanayinde kullanımının yolunu açacaktır. Bu çalışma ile modifiye ortamda işlem görmüş olan turunçgillerin, pastörizasyon ve pastörizasyon sonrası ambalajlama ve depolama stabilitelerini de ortaya koyacak gelecek çalışmalar için basamak oluşturmaktadır.

Çalışmamızda hedef turunçgil sularının meyve suyuna işlenmesi sırasında biyoaktif bileşenlerdeki değişimlerin belirlenmesi üzerine olduğundan,

turunçgillerin ekstraksiyonu ve proses aşamaları arasındaki bekleme süreleri dikkate alındığından yaklaşık olarak bir saat olarak öngörülmüştür. Ancak çalışmamızda bir saat süresi boyunca bazı biyoaktif bileşenler ve fiziksel kalite özelliklerindeki farklar büyük bir açıklıkla tespit edilememiştir. Bunun temel sebebi uygulama süresinin kısa olmasıdır. Yakın gelecekte yapılması gereken çalışmalarda sürenin daha da uzatılarak farklı gazların kalite üzerine etkisi daha detaylı olarak çalışılabilir. Ayrıca ürünün bileşimindeki bazı bileşenler arasındaki interaksiyonlara bağlı değişimlerin de sapmalara sebep olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada aynı zamanda, farklı modifiye atmosferlerin limonoidler üzerine etkisi de irdelenmek istenmiştir. Fakat limonoidlerden en önemli bileşen olan limoninin farklı modifiye atmosferlere farklı cevaplar verdiği tespit edilmiştir. Bunun temel nedeni limoninin transformasyonu ile ilişkili olarak daha derin kimyasal ve biyokimyasal daha detaylı enstrümantal analizli çalışmalara ihtiyaç duyulmasıdır. Bu konu üzerine gelecekte ayrıntılı başka çalışmaların yapılması konuya açıklık getirecektir.

KAYNAKLAR

- Abbasi, S., Zandi, P., Mirbagheri, E., 2005. Quantitation of limonin in iranian orange juice concentrates using High-Performance Liquid Chromatography and spectrophotometric methods. *European Food Research and Technology*, 221: 202-207.
- Abdulkasım, P., Songchitsomboon, S., Techagumpuch, M., Balee, N., Swatsitang, P., Sunpuag, N., 2007. Antioxidant Capacity, Total Phenolics And Sugar Content of Selected Thai Health Beverages. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(1): 77-85.
- Ağçam, E., 2011. Vurgulu elektrik alan ve ısıtıl işlem uygulamalarının portakal suyunun özellikleri ve raf ömrü üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Agçam, E., Akyildiz, A., Evrendilek, G. A., 2014. Comparison of phenolic compounds of orange juice processed by Pulsed Electric Fields (PEF) and Conventional Thermal Pasteurisation. *Food Chemistry*, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.115>.
- Agçam E., Akyildiz, A., Evrendilek, G.A., 2016. A comparative assessment of long-term storage stability and quality attributes of orange juice in response to pulsed electric fields and heat treatments. *Food and Bioproducts Processing*, 99:90-98.
- Albach, R. F., Redman, G. H., 1969. Composition and inheritance of flavanones in citrus fruit. *Phytochemistry*, 8:127-143.
- Altan, A., 1983a. Turunçgil sularında acılık ögesi olarak naringin. *Gıda Dergisi* 8(1):29-32.
- Altan, A., 1983b. Turunçgil sularında acılık ögesi olarak limonin. *Gıda Dergisi* 8(3):125-128.

- Altan, A., 1991. Çukurova bölgesinde yetiştirilen portakal çeşitlerinin meyve suyuna işlenmeye uygunluk durumları. Çukurova I. Tarım Kongresi, 302–315, ADANA.
- Altan, A., 1995.Çukurova bölgesinde yetiştirilen beş portakal çeşidinin meyve suyu teknolojisi bakımından önemli bazı özellikleri. Gıda Dergisi,20 (4):215–225.
- Altuğ, T., 1993. Duyusal Test Teknikleri, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi. Ders Kitapları Yayın No: 28, İzmir, 55s.
- Anonim. 2000. 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Bitkisel Üretim ÖİK Komisyonu, Meyvecilik Alt Komisyonu, Turunçgiller Raporu, Antalya.
- Anonim. 2010. Turunçgil durum tahmini, Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Kasım 2010.
- Anonim, 2009. Naringin. <https://en.wikipedia.org/wiki/Naringin#/media/File:Naringin.svg> (29.09.2016)
- Asikin, Y., Taira, I., Inafuku-Teramoto, S., Sumi, H., Ohta, H., Takara, K., Wada, K., 2012. The composition of volatile aroma components, flavanones, and polymethoxylated flavones in shiikuwasha (*citrus depressa hayata*) peels of different cultivation lines. Journal of Agricultural and Food Chemistry 60:7973-7980.
- Ayhan, Z., Yeom, H. W., Zhang, Q. H., Min, D. B., 2001. Flavor, color, and vitamin c retention of pulsed electric field processed orange juice in different packaging materials. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(2):669-674.
- Balaban, M. O., Arreola, A. G., Marshall, M., Peplow, A., Wei, C. I., Cornell, J., 1991. Inactivation of pectinesterase in orange juice by supercritical carbon dioxide. Journal of Food Science 56(3):743-746.

- Barreca, D., Bellocco, E., Caristi, C., Leuzzi, U., Gattuso, G., 2011. Flavonoid profile and radical-scavenging activity of Mediterranean sweet lemon (*Citrus limetta* Risso) juice. *Food Chemistry* 129:417-422.
- Barth, M. M., Zhuang, H., 1996. Packaging design affects antioxidant vitamin retention and quality of broccoli florets during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology* 9:141-150.
- Batinelli, L., Mengoni, F., Lictner, M., Mazzanti, G., Saija, A., Mastoianni, C. M., Vullo, V., 2003. Effect of limonin and nomilin on HIV-1 replication on infected human mononuclear cells. *Planta Medica*. 69:910-913.
- Bao, Y., Yuan, F., Zhao, X., Liu, Q., Gao, Y., 2015. Equilibrium and kinetic studies on the adsorption debittering process of ponkan (*Citrus reticulata* Blanco) juice using macroporous resins. *Food and Bioprocess Technology*. 94:199-207.
- Belajová, E., Suhaj, M., 2004. Determination of Phenolic Constituents in Citrus Juices: Method of High Performance Liquid Chromatography. *Food Chemistry*. 86: 339-343.
- Bezman, Y., Rouseff, R. L., Naim, M., 2001. 2-methyl-3-furanthiol and methional are possible off-flavors in stored orange juice: aroma-similarity, NIF/SNIF GC-O, and GC analyses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11):5425–5432.
- Biçgel, N. K., 2008. Pastörizasyon Sıcaklığının Valensiya ve Kozan Misket Portakallarından Üretilen Meyve Sularının Kalitesi Üzerine Etkisi. *Ç. Ü. Fen Bilimleri-Yüksek Lisans Tezi*, 129 sayfa.
- Bilal, H., Akram, W., Hassan, S.A., Sahar, S., Iqbal, M.M., 2013. Determination of limonin and nomilin contents in different citrus cultivars using high performance liquid chromatography. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*, 56 : 36-40.

- Binello, A., Robaldo, B., Barge, A., Cavalli, R., Cravotto, G., 2008. Synthesis of cyclodextrin-based polymers and their use as debittering agents. *Journal of Applied Polymer Science*. 107(4): 2549-2557.
- Block, G. 1992. A role for antioxidants in reducing cancer risk. *Nutrition Reviews*, 50:207-213.
- Block, G., Langseth, L., 1994. Antioxidant vitamins and disease prevention. *Food Technology*, July: 80-84.
- Blundstone, H.A.W., Woodman, J.S., Adams, J.B., 1971. Canned citrus products. In *Biochemistry of Fruits and Their Products*, ed. by A.C. Hulme. Academic Press.
- Borradaile, N. M., Carroll, K. K., Kurowska, E. M., 1999. Regulation of HepG2 cell apolipoprotein B metabolism by the citrus flavanones hesperetin and naringenin. *Lipids*, 34: 591-598.
- Breksa, A., King, D., Vilches, A., 2015. Determination of Citrus Limonoid Glucosides by High Performance Liquid Chromatography Coupled to Post-Column Reaction with Ehrlich's Reagent. *Beverages*. 1: 70-81.
- Breksa, L.A.P., Hidalgo, M. B., Yuen, M. L., 2009. Liquid chromatography–electrospray ionisation mass spectrometry method for the rapid identification of citrus limonoid glucosides in citrus juices and extracts. *Food Chemistry*. 117 :739-744.
- Buğa, G., Hayoğlu, İ. A., Altan, A., 1996. *Gıda Teknolojisi*. 1(8):34
- Canovas, M., Garcia-Cases, L., Iborra, J.L., 1998. Limonin consumption at acidic pH values and absence of aeration by *Rhodococcus fascians* cells in batch and immobilized continuous systems. *Enzyme and Microbial Technology*. 22(2): 111-116.
- Cemeroğlu, B., 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yayınları, Ankara.
- Cemeroğlu, B. 2004. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi.1.Cilt. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları. s.79–95.

- Cemeroğlu, B., 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Ankara. s.168-171.
- Cemeroğlu, B. 2013. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, 1.Cilt, 5. Baskı, Bizim Grup Basımevi, 650-655, Ankara.
- Cemeroğlu, B. 2013. Gıda Analizleri. Bizim Grup Basımevi, Ankara.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., 2001. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 2. Meyve Suyu Üretim Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 25, Ankara.
- Chandler B., Nicol K., 1975. Some relationships of naringin: their importance in orange juice bitterness. CSIRO Food Research, 35:79–88
- Cheynier, V., 2005. Polyphenols in foods are more complex than often thought. American Journal of Clinical Nutrition 81:223-229.
- Corteş C., Esteve M. J., Frígola A., 2008. Color of orange juice treated by High Intensity Pulsed Electric Fields during refrigerated storage and comparison with pasteurized juice. Food Control, 19: 151–158.
- Couture, R., Rouseff, R., 1992. Debittering and Deacidifying Sour Orange (Citrus-Aurantium) Juice Using Neutral and Anion-Exchange Resins. Journal of Food Science, 57(2): 380-384.
- Croft, K. D., 1998. The Chemistry and Biological Effects of Flavonoids and Phenolic Acids. Annals of the New York Academy of Science 854:435-42.
- Dagulo, L., Danyluk, M. D., Spann, T. M., Valim, M. F., Goodrich, S. H., Sims, C., Rouseff, R., 2010. Chemical characterization of orange juice from trees infected with citrus greening (Huanglongbing). Journal of Food Science, 75:199-207.
- Damar, S., Balaban, M. O., 2006. Review of dense phase CO₂ technology: microbial and enzyme inactivation, and effects on food quality. Journal of Food Science, 71(1):R1-R11.

- Dandaker, D. V., Jayaprakasha, G. K., Patil, B. S., 2008. Hydrotropic extraction of bioactive limonin from sour orange (*Citrus aurantium* L.) seeds. *Food Chemistry*, 109: 515-520.
- Dea, S., Plotto, A., Manthey, J. A., Raithore, S., Irely, M., Baldwin, E., 2013. Interactions and Thresholds of Limonin and Nomilin in Bitterness Perception in Orange Juice and Other Matrices. *Journal of Sensory Studies*, 28(4): 311-323.
- Dekker, R. H., 1988. De-bittering of citrus fruit juices: Specific removal of limonin and other bitter principles. *Australian Journal of Biotechnology*, 2:65-76.
- Dhuique-Mayer, C., Caris-Veyrat, C., Ollitrault, P., Curk, F., Amiot, M. J., 2005. Varietal and interspecific influence on micronutrient contents in citrus from Mediterranean area. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:2140-2145.
- El-Readi, M. Z., Hamdan, D., Farrag, N., El-Shazly, A., Wink, M., 2010. Inhibition of P-glycoprotein activity by limonin and other secondary metabolites from Citrus species in human colon and leukaemia cell lines. *European Journal of Pharmacology*, 626:139-145.
- Erdinç, B., Acar, J., 1996. Gıda Muhafazasında Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP). *Gıda* 21(1): 17-21.
- Erlund, I., 2004. Review of flavonoids quercetin, hesperetin, and naringenin. Dietary sources, bioactivities, bioavailability, and epidemiology. *Nutritional Research*, 24: 851-874.
- Escudero-López, B., Cerrillo, I., Herrero-Martín, G., Hornero-Méndez, D., Gil-Izquierdo, A., Medina, S., Ferreres, F., Berná, G., Martín, F., Fernández-Pachón, M.S., 2013. Fermented orange juice: source of higher carotenoid and flavanone contents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61: 8773-8782.

- Ewaidah, E. H., 1992. Studies on commercially canned juices produced locally in Saudi-Arabia. 3. Physicochemical, organoleptic and microbiological assessment. *Food Chemistry*, 44(2):103–111.
- Fanciullino, A. L., Dhuique-Mayer, C., Luro, F., Casanova, J., Morillon, R., Ollitrault, P., 2006. Carotenoid diversity in cultivated citrus is highly influenced by genetic factors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (12): 4397-4406.
- FAO, 2017. Citrus Fruit, Fresh And Processed, Statistical Bulletin, 2016 10/09/2018. www.fao.org/3/a-i8092e.pdf
- Farnworth, E. R., Lagace, M., Couture, R., Yaylayan V., Stewart, B., 2001. Thermal processing, storage conditions, and the composition and physical properties of orange juice. *Food Research International*, 34:25-30.
- Fellers, P. J., 1988. Shelf life and quality of freshly squeezed, unpasteurized, polyethylene-bottled citrus juice. *Journal of Food Science*, 53(6):1699–1702.
- Fennema, O., 1977. Loss of vitamins in fresh and frozen foods. *Food Technology*, 31(12):32–38.
- Fischer-Ayloff-Cook, K. P., Hofsommer, H.J., 1992. *Confructa Studien*, 36 (III/IV): 101.
- Fong, C. H., Hasegawa, S., Ou, P., 1989. Limonoid Glucosides in Commercial Citrus Juices. *Journal of Food Science*, 54:1505-1506.
- Frankel, E.N., Waterhouse, A. L., Teissedre, P. L., 1995. Principle phenolic phytochemicals in selected Californian wines and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of human low-density lipoproteins. *Journal of Agric. Food Chemistry*, 43:890-894.
- Gama, J. J. T., Sylos, C. M., 2005. Major carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice: Identification and quantification by HPLC. *Food Research International*, 38:899–903.

- Gama, J. J. T., De Sylos, C. M., 2007. Effect of thermal pasteurization and concentration on carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice. *Food Chemistry*, 100: 1686–1690.
- Gattuso, G., Barreca, D., Gargiulli, C., Leuzzi, U., ve Caristi, C., 2007. Flavonoid Composition Of Citrus Juices (Review). *Molecules*, 12:1641-1673.
- Gershoff, S., 1993. Vitamin C (ascorbic acid): new roles, new requirements. *Nutrition Reviews*, 51(11): 313-326.
- González-Molina, E I., Domínguez-Perles, R., Moreno, D. A., García-Viguera, C., 2010. Natural bioactive compounds of Citrus limon for food and health. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 51:327-345.
- Gordon, L. R., Samaniego-Esguerra, M. C., 1990. Effect of soluble solids and temperature on ascorbic acid degradation in lemon juice stored in glass bottles. *Journal of Food Quality*, 13:361–374.
- Gorinstein, S., Haruenkit, R., PARK, Y., Jung, S., Zachwieja, Z., Jastrzebski, Z., Katrich, E., Trakhtenberg, S., Belloso, O. M., 2004. Bioactive compounds and antioxidant potential in fresh and dried Jaffasweeties, a new kind of citrus fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84:1459–1463 (online: 2004).
- Goulas, V., Manganaris, G. A., 2012. Exploring the phytochemical content and the antioxidant potential of Citrus fruits grown in Cyprus. *Food Chemistry*, 131:39-47.
- Goyle, A., Ojha, P., 1998. Effect of storage on vitamin C, microbial load and sensory attributes of orange juice. *Journal of Food Science and Technology*, 35(4):346-348.
- Guadagni, D. G., Maier, V. P., Turnbaugh, J. G., 1973. Effect Of Some Citrus Juice Constituents On Taste Thresholds For Limonin And Naringin Bitterness. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 24:1277-1288.
- Guthrie, N., Kurowska, E. M., Carroll, K. K., 2001. U. S. Patent No. 6,251,400. Washington, DC: U. S. Patent and Trademark Office.

- Güven, N., 2010. Adana İlinde Turunçgillerin Pazarlama Yapısı Ve Sorunları. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Halliwell, B., 1994. Free radicals, antioxidants and human disease: Curiosity, cause or consequence? *Lancet*, 344: 721-724.
- Harats , D., Chevion , S., Nahir , M., norman , Y., Sagee , O., Berry , B.1998. Citrus fruit supplementation reduceslipoprotein oxidation in young men ingesting a diet high insaturated fat: presumptive evidence for an interactionbetween vitamins C and E *in vivo*. *American Journal ofClinical Nutrition*, 67: 240-245.
- Hasegawa, S., Dillberger, A. M., Cho1, G. Y., 1984. Metabolism of Limonoids - Conversion of Nomilin to Obacunone in *Corynebacterium-Fascians*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 32: 457-459.
- Hasegawa, S., Berhow, M. A., Fong, C.H., 1996. Analysis of Bitter Principles in *Citrus* Liskens, H. F. and Jackson, J.F. (Eds.), *Modern Methods of Plant Analysis: Fruit Analysis*, 18: 59-80
- Hasegawa, S., Berhow, M. A., Manners, G. D., 2000. Citrus limonoids research: An overview. *ACS Symposium Series; American Chemical Society, Washington, DC. 758 :1-8.*
- Hasegawa, S., Berhow, M. A., Manners, G. D., 2000 in: S. Hasegawa, M.A. Berhow, G.D. Manners (Eds.), *Citrus Limonoids: Functional Chemicals in Agriculture and Foods (ACS Symposium, Series 758)*, 2000. p. 1 (a), 175 (b).
- Hasegawa, S.,Herman, Z., Bennet, R. D., 1987. Studies of Limonoid Debittering of Citrus Juices - Limonoids of Citrus- Ichangensis. *Abstracts of Papers of the American Chemical Society*, 194: 69
- Hasegawa, S., Maier, V. P., 1990. Biochemistry of limonoid citrus juice bitter principles and biochemical debittering processes. *Dev. Food Science*, 25:293-308.

- Herman, Z., Fong, C. H., Ou, P., Hasegawa, S., 1990. Limonoid Glucosides in Orange Juices by HPLC. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38:1860-1861.
- Hertog, M. G. L., Feskens, E.J.M., Hollman, P. C. H., Katan, M.B., Kromhout. D., 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease. The Zutphen elderly study. *Lancet*, 342:1007-1011.
- Hernandez, E., Couture, R., Rouseff, R., Chen, C. S., Barros, S., 1992. Evaluation of Ultrafiltration and Adsorption to Debitter Grapefruit Juice and Grapefruit Pulp Wash. *Journal of Food Science*, 57(3): 664-&.
- Holcroft, D. M., Kader, A. A., 1999. Carbon dioxide-induced changes in color and anthocyanin synthesis of stored strawberry fruit. *HortScience*, Vol. 34(7):1244-1248.
- Horowitz, R. M., 1986. Taste effects of flavonoids. *Progress in Clinical and Biological Research*, 213: 163-175.
- Hsu, W. J., Berhow, M., Robertson, G. H., Hasegawa, S., 1998. Limonoids and flavonoids in juices of oroblanco and melogold grapefruit hybrids. *Journal of Food Science*, 63:57-60.
- Huelin, F. E., 1953. Volatile products of apples (III) identification of aldehydes and ketones. *Food Research*, 18:633
- Igual, M., García-Martínez, E., Camacho, M.M., Martínez-Navarrete, N., 2013. Jam processing and storage effects on β -carotene and flavonoids content in grapefruit. *Journal of Functional Foods*, 5: 736-737, 44.
- Işık, Ö., 2008. Pastörizasyon sıcaklığının Kozan Yerlisi ve Hamlin portakallarından üretilen meyve sularının kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Iwashina, T., 2000. The structure and distribution of the flavonoids in plants. *Journal of Plant Research*, 113:287-299.

- Jacques, P., Taylor , A., Hankinson , S., Willet , W., Mahnken , B., Lee , Y., Vaid , K., Lahav , M. 1997. Long-term vitamin C supplement use and prevalence of early age-related lens opacities. *American Journal of Clinical Nutrition*, 66: 911-916.
- Jayaprakasha, G. K., Mandadi, K. K., Poullose, S. M., Jadegoud, Y., Nagana Gowda, G. A., Patil, B.S., 2008. Novel triterpenoid from *Citrus aurantium* L. possesses chemopreventive properties against human colon cancer cells. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 16: 5939-5951.
- Johnson , R. L., Chandler , B.V. 1982. Reduction of bitterness and acidity in grapefruit juice by adsorptive processes. *Journal of Food Sciences and Agriculture*, 33(3):287 – 293.
- Johnson, R. L., Htoon, A. K., And Shaw, K. J., 1995. Detection of orange peel extract in orange juice. *Food Australia*, 47(9):426–432.
- Kanitsar, K., Arce, L., Ríos, A., Valcárcel, M., 2001. Determination of phenolic constituents in citrus samples by on-line coupling of a flow system with capillary electrophoresis. *Electrophoresis*, 22: 1553–1565.
- Karadeniz, F., 2004. Main organic acid distribution of authentic citrus juices in Turkey. *Turkish Journal of Agricultural Forestry*, 28:267–271.
- Karoui, I. J., Marzouk, B., 2013. Characterization of bioactive compounds in Tunisian bitter orange (*Citrus aurantium* L.) peel and juice and determination of their antioxidant activities. *Biomed Research International*, 345415.
- Kaushal B. B. L., Thakur, N. K., 2001. Pilot scale debittering of kinnow juice using adsorbent Amberlite XAD-16. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 60:896-899.
- Kefford, J. F., 1960. The Chemical Constituents of Citrus Fruits, *Advances in Food Research*, Chichester, C. O., Mraz, E. M., Stewart, G. F. (ed), Academic Press, 285-372.

- Kelebek, H., 2010. Sugars, organic acids, phenolic compositions and antioxidant activity of grapefruit (*Citrus paradisi*) cultivars grown in Turkey. *Industrial Crops and Products*, 32:269-274.
- Kelebek, H., Canbaş, A., Selli, S., 2008. Determination of phenolic composition and antioxidant capacity of blood orange juice obtained from cvs. Moro and Sanguinello (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) grown in Turkey. *Food Chemistry*, 107: 1710-1716.
- Kelebek, H., Selli, S., Canbaş, A., Cabaroğlu, T., 2009. HPLC determination of organic acids, sugars, phenolic compositions and antioxidant capacity of orange juice and orange wine made from a Turkish cv. Kozan. *Microchemical Journal*, 91 :187–192.
- Khan, M., Huma, Z., Dangles, O., 2014. A comprehensive review on flavanones, the major citrus polyphenols. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(1).
- Kırca, A., Cemeroğlu B., 2001. Askorbik Asidin Degradasyon Mekanizması. *Gıda*, 26(4):233-242.
- Kim, J., Jayaprakasha, G. K., Vikram, A., Patil, B. S., 2012. Methyl nomilinate from citrus can modulate cell cycle regulators to induce cytotoxicity in human colon cancer (SW480) cells in vitro. *Toxicology in Vitro*, 26: 1216-1223.
- Kimball, D. A., 1991. *Citrus Processing Quality Control and Technology*. An AVI Book, Published by Von Nostrand Reinhold Newyork, USA.
- Kimball, D. A., 1999. *Citrus Processing. A Complete Guide*. A Chapman and Hall Food Science, Springer; 2nd edition (June 30, 1999).
- Kimball, D. A., Norman, S. I., 1990. Processing Effects during Commercial Debitting of California Navel Orange Juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38(6):1396-1400.

- Kincal, D., Hill, W. S., Balaban, M. O., Portier, K. M., Wei, C. I., Marshall, M. R., 2005. A continuous high pressure carbon dioxide system for microbial reduction in orange juice. *Journal of Food Science*, 70, M249–M254.
- Kincal, D., Hill, W. S., Balaban, M., Portier, K. M., Sims, C. A., Wei, C. I., Marshall, M. R., 2006. A continuous high-pressure carbon dioxide system for cloud and quality retention in orange juice. *Journal of Food Science*, 71(6): C338–C344.
- Klimeczak, I., Malecka, M., Szlachta, M., Gliszczyńska-Świgło, A., 2007. Effect of Storage on the Content of Polyphenols, Vitamin C and the Antioxidant Activity of Orange Juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20: 313–322
- Kola, O., 2005. Washington portakal sularındaki limonin acılığının bazı reçineler kullanılarak giderilmesi. Doktora tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kola, O., Kaya, C., Duran, H., Altan, A., 2010. Removal of limonin bitterness by treatment of ion exchange and adsorbent resins. *Food Science and Biotechnology*, 19: 411-416.
- Köksal, İ., 1992. Meyve Suyu Endüstrisinde Kalite Kontrolü İçin Yapılan Analizler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, ANKARA.
- Ladaniya, M. S., 2008. Citrus Fruits – Biology, Technology and Evaluation. Imprint Academic Press, India.
- Lam, L., K. T., Li, Y., Hasegawa, S., 1989. Effects of Citrus Limonoids on Glutathione S-Transferase Activity in Mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37: 878-880.
- Lam, L., Hasegawa, S., Bergstrom, C., Lam, S., Kenney, P., 2000. Limonin and Nomilin Inhibitory Effects on Chemical-Induced Tumorigenesis. In M. Berhow, S. Hasegawa, and G. M. Manners (Eds.), *Citrus limonoids: Functional chemicals in agriculture and foods* (pp. 185-200). Washington, DC: American Chemical Society. AAC Symposium Series 758.

- Lee, H. S., Nagy, S., 1988a. Quality changes and nonenzymatic browning intermediates in grapefruit juice during storage. *Journal of Food Science*, 53(1):168–171.
- Lee, H. S., and Nagy, S., 1988b. Relationship of sugar degradation to detrimental changes in citrus juice quality. *Food Technology*, 11:91–97.
- Lee, H. S., Coates, G. A., 1999. Vitamin C in frozen, fresh squeezed, unpasteurized, polyethylene-bottled orange juice: A storage study. *Food Chemistry*, 65:165–168.
- Lee, H. S., Castle, W. S., 2001. Seasonal Changes of Carotenoid Pigments and Color in Hamlin, Earlygold, and Budd Blood Orange Juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49:877-88.
- Lee, H. S., Kim, J. G., 2003. Effects of debittering on red grapefruit juice concentrate. *Food Chemistry*, 82: 177-180.
- Liu, C., Liu, J., Rong, Y., Liang, N., Rong, N., 2012. Aqueous Extraction of Limonin from Citrus reticulata Blanco. *Czech Journal of Food Science*, 30:364-368.
- Li-Ying, N., Ji-Hong, W., Xiao-Jun, L., Fang, C., Zheng-Fu, W., Guanghua, Z., And Xiasong, H., 2008. Physicochemical Characteristics of Orange Juice Samples From Seven Cultivars. *Agricultural Sciences in China*, 7(1):41-47.
- Maier, V. P., Bennett, R. D., Hasegawa, S., 1977. Limonin and other limonoids. *Citrus Science and Technology*, 1 : 355-396.
- Maier, V. P., Beverly, G. D., 1968. Limonin Monolactone, the Nonbitter Precursor Responsible for Delayed Bitterness in Certain Citrus Juices. *Journal of Food Science*, 33:488-492.
- Maier, V. P., Brewster, L. C., Hsu, A. C., 1973. Ethylene-accelerated limonoid metabolism in citrus fruits: A process for reducing juice bitterness. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 21:490.

- Maier, V. P., Hasegawa, S., Bennett, R. D., Brewster, L. C., 1980. Limonin and Limonoids - Chemistry, Biochemistry and Juice Bitterness. Abstracts of Papers of the American Chemical Society. 179: 32.
- Maier, V. P., Hasegawa, S., Hera, E., 1969. Limonin D-ring-lactone hydrolase. A new enzyme from citrus seeds. *Phytochemistry*, 8:405-407.
- Manlan, M., Matthews, R. L., Rouseff, R. F., Litell, R. C., Marshall, M. R., Moye, H. A., Teixeira, A. A., 1990. Evaluation of the Properties of Polystyrene Divinylbenzene Adsorbents for Debitting Grapefruit Juice. *Journal of Food Science*, 55 : 440- &.
- Mann, J., 1978. Secondary Metabolism. Oxford Chemistry Series. Clarendon Press. Oxford
- Manners, G. D., Jacob, R. A., Andrew, P., III, Schoch, T. K., Hasegawa, S., 2003. Bioavailability of citrus limonoids in humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 4156-4161.
- Mannisto, S., Yaun, S. S., Hunter, D. J., Spiegelman, D., Smith-Warner, S. A., 2007. Dietary carotenoids and risk of colorectal cancer in a pooled analysis of 11 cohort studies. *American Journal of Epidemiology*, 165: 246-255.
- Mansell, R. L., McIntosh, C. A., Vest, S. E., 1983. An Analysis of the Limonin and Naringin Content of Grapefruit Juice Samples Collected from Florida State Test Houses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 31:156-162.
- Marais, J. P. J., Deavours, B., Dixonm, R. A., Ferreira, D., 2006. Stereochemistry of flavonoids. In Grotewold, E. (Ed.), *The Science of Flavonoids*. Springer Science and Business Media, Inc., USA, pp. 1-46.
- Marhawa, S. S., Puri, M., Bhullar, M. K., Kothari, R. M., 1994. Optimization of Parameters for Hydrolysis of Limonin for Debitting of Kinnow Mandarine Juice by *Rhodococcus Fascians*. *Enzyme and Microbial Technology*, 16: 723-725.

- Martens, S., Mithöfer, A., 2005. Flavones and flavone synthases. *Phytochemistry*, 66: 2399-2407.
- Matthews, R. F., Rouseff, R. L., Norman, S. I., 1990. Removal of Limonin and Naringin from Citrus Juice by Styrene- Divinylbenzene Resins. *Food Technology*, 44(4): 130-132.
- Mazza, B., Gionfriddo, F., Postorini E., Giacomo A., 1980. The composition of bitter oranges from Calabria Essense Deriviti Agrumari, 50: 107-11s.
- Mcintosh, C. A., Mansell, R. L., Rouseff, R. L., 1982. Distribution of Limonin in the Fruit Tissues of 9 Grapefruit Cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 30:689-692.
- Meléndez-Martínez, A.J., Britton, G., Vicario, I.M., Hederia, F.J., 2005. Color and Carotenoid Profile of Spanish Valencia Late Ultrafrozen Orange Juice. *Food Research International*, 38: 931–936.
- Merken, H. M., Beecher, G. R., 2000. Measurement of Food Flavonoids by High-Performance Liquid Chromatography: A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 3.
- Miller, E. G., Porter, J. L., Binnie, W. H., Guo, I. Y., Hasegawa, S., 2004. Further studies on the anticancer activity of citrus limonoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52:4908-4912.
- Mongkolkul, P., Rodart, P., Pipatthitorn, T., Sanguandeeul, R., 2006. Debittering of tangerine *Citrus reticulata* blanco juice by beta-cyclodextrin polymer. *Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry*, 56(1-2):167-170.
- Morton, J., 1987. Sour Orange. p. 130–133. In: *Fruits of warm climates*. Julia F. Morton, Miami, FL.
- Moufida, S. ve Marzouk, B., 2003. Biochemical Characterization Of Blood Orange, Sweet Orange, Lemon, Bergamot And Bitter Orange. *Phytochemistry*, 62(8):1283-1289.

- Mouly, P., Gaydou, E., M., Auffray, A., 1998. Simultaneous separation of flavanone glycosides and polymethoxylated flavones in citrus juices using liquid chromatography. *Journal of Chromatography*, A. 800:171-179.
- Nunes, M. C. N., Brecht, J. K., Morais, A. M. M. B., Sargent, S. A., 2006. Controlling Temperature and Water Loss to Maintain Ascorbic Acid Levels in Strawberries During Postharvest Handling. *Journal of Food Science*, 63:1033-1036.
- Ohta, H., Berhow, M., Bennett, R. D., Hasegawa, S., 1992. Limonoids in Seeds of *Citrus hanaifu*. *Phytochemistry*, 31: 3905-3907.
- Ohta, H., Hasegawa, S., 1995. Limonoids in pummelos [*Citrus grandis* (L) Osbeck]. *Journal of Food Science*, 60:1284-1285.
- Ortuno, A., Garcia-Puig, D., Fuster, M. D., Perez, M. L., Sabater, F., Porras, I., Garcia-Lidon, A., Del Rio, J. A., 1995. Flavanone and Nootkatone Levels in Different Varieties of Grapefruit and Pummelo. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43:1.
- Ortuno, A., Reynaldo, I., Fuster, M. D., Botia, J., Puig, D. G., Sabater, F., Lidon, A. G., Porras, I., Del Rio, J. A., 1997. Citrus Cultivars with High Flavonoid Contents in the Fruits. *Scientia Horticulturae*, 68:231-236.
- Oulé, K., Dickman, M. M., Arul, J., 2013. Properties of Orange Juice with Supercritical Carbon Dioxide Treatment, *International Journal of Food Properties*, 16:8, 1693-1710.
- Önür, E., 2014. Yüksek lisans tezi. Portakal Suyu Asitliğinin Azaltılmasında İyon Değiştirici Reçine Kullanımının Bazı Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Özsan, M. ve Bahçecioğlu, H. R., 1970. Akdeniz Bölgesinde Yetiştirilen Turunçgil Tür ve Çeşitlerinin Değişik Ekolojik Şartlar Altında Gösterdikleri Özellikler Üzerinde Araştırmalar. TÜBİTAK-TOAG. Yayın No:10 Ankara.

- Patil, B. S., Jayaprakasha, G. K., Chidambara-Murthy, K. N., Vikram, A., 2009. Bioactive compounds: historical perspectives, opportunities, and challenges. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57:8142-8160.
- Patil, J. R., Jayaprakasha, G. K., Chidambara-Murthy, K. N., Chetti, M. B., Patil, B. S., 2010. Characterization of citrus aurantifolia bioactive compounds and their inhibition of human pancreatic cancer cells through apoptosis. *Microchemical Journal*, 94: 108-117.
- Peterson, J. J., Dwyer, J. T., Beecher, G. R., Bhagwat, S. A., Gebhardt, S. E., Haytowitz, D. B., Holden, J. M., 2006a. Flavanones in oranges, tangerines (mandarins), tangors, and tangelos: a compilation and review of the data from the analytical literature. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: S66-S73.
- Peterson, J.J., Beecher, G.R., Bhagwat, S.A., Dwyer, J.T., Gebhardt, S. E., Haytowitz, D. B., Holden, J. M., 2006b. Flavanones in grapefruit, lemons, and limes: A compilation and review of the data from the analytical literature. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19:S74-S80.
- Pichaiyongvongdee, S., Haruenkit, R., 2009. Comparative Studies of Limonin and Naringin Distribution in Different Parts of Pummelo [*Citrus grandis* (L.) Osbeck] Cultivars Grown in Thailand. *Kasetsart Journal - Natural Science*, 43:28-36.
- Pichaiyongvongdee, S., Haruenkit R., 2011. Effect of Ethylene Treatments on Limonin Reduction in Thai Pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) Fruit *Kasetsart Journal - Natural Science*, 45:1105-1114.
- Pichaiyongvongdee, S., Haruenkit R., 2001 Studies on bitter compounds in lime (*Citrus aurantifolia* Swing) and effect of ethylene on bitterness. *Journal of Kmitl Science*, 9(3):39-44.
- Poulose, S. M., Harris, E. D., Patil, B. S., 2005. Citrus limonoids induce apoptosis in human neuroblastoma cells and have radical scavenging activity. *Journal of Nutrition*, 135: 870-877.

- Poulouse, S. M., Harris, E. D., Patil, B. S., 2006. Antiproliferative effects of citrus limonoids against human neuroblastoma and colonic adenocarcinoma cells. *Nutrition and Cancer*, 56:103-112.
- Prakash, S., Singhal, R. S., Kulkarni, P. R., 2002. Enzymic debittering of Indian grapefruit (*Citrus paradisi*) juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(4): 394-397.
- Premi, B. R., Lal, B. B., Joshi, V. K., 1994. Distribution Pattern of Bittering Principles in Kinnow Fruit. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 31:140-141.
- Proteggente, A. R., Saija, A., De Pasquale, A., Rice-Evans, A.C., 2003. The Compositional Characterisation and Antioxidant Activity of Fresh Juices from Sicilian Sweet Orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) Varieties. *Free Radical Research*, 37 (6): pp. 681–687.
- Puri, A., 1985. Removal of bitter compounds from citrus products by adsorption techniques. *American Chemical Society*, 189: 117.
- Puri, A., 1990. Removal of bitter compounds from citrus products by adsorption techniques. *Bitterness in Foods and Beverages*, Rouseff R. L. (ed), 25:325-335.
- Puri, M., Banerjee, U. J., 2000. Production, Purification, and Characterization of the Debittering Enzyme Naringinase. *Biotechnology Advances*, 18: 207–217.
- Puri, M., Marhawa, S. S., Kothari, R. M., Kennedy, J. F., 1996. Biochemical basis of bitterness in citrus fruit juices and biotech approaches for debittering. *Critical Reviews in Biotechnology*, 16:145-155.
- Raithore, S., Dea, S., McCollum, G., Manthey, J. A., Bai, J., Leclair, C., Hijaz, F., Narciso, J. A., Baldwin, E. A., Plotto, A., 2016. *Journal of Science Food and Agricultural*, 96:422–429.

- Ramful, D., Tarnus, E., Aruoma, O. I., Bourdon, E. and Bahroun, T., 2011. Polyphenol Composition, Vitamin C Content and Antioxidant Capacity of Mauritian Citrus Fruit Pulps. *Food Research International*, 44:2088-2099.
- Raphael, T. J., Kuttan, G., 2003. Effects of naturally occurring triterpenoids glycyrrhizic acid, ursolic acid, oleanolic acid and nomilin on the immune system. *Phytomedicine: International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology*, 10: 483-489.
- Rapisarda, P., Tomaino, A., Lo Cascio, R., Bonina, F., De Pasquale, A., Saija, A., 1999. Antioxidant Effectiveness As Influenced by Phenolic Content of Fresh Orange Juices. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 47:4718–4723.
- Ribeiro, I. A., Ribeiro, M. H. L., 2008. Naringin and naringenin determination and control in grapefruit juice by a validated HPLC method. *Food Control*, 19 : 432–438.
- Ribeiro, M., Silveira, D., Ferreira-Dias, S., 2002. Selective adsorption of limonin and naringin from orange juice to natural and synthetic adsorbents. *European Food Research and Technology*, 215 : 462-471.
- Robertson, G. L., Samaniego, C. M. L., 1986. Effect of initial dissolved oxygen levels on the degradation of ascorbic acid and the browning of lemon juice during storage. *Journal of Food Science*, 51(1):184–187.
- Rohr, A. C., Wilkins, C. K., Clausen, P. A., Hammer, M., Nielsen, G. D., Woolkoff, P., Spengler, J. D., 2002. Upper airway and pulmonary effects of oxidation products of (+)- α -pinene, d-limonene, and isoprene in BALB/c mice. *Inhalation Toxicology*, 14:663-684.
- Roig, M. G., Bello, J. F., Rivera Z. S., Kennedy, J. F., 1999. Studies on the occurrence of non-enzymatic browning during storage of citrus juice. *Food Research International*, 32:609±619.
- Rouseff, R. L., 1982. Nomilin, a New Bitter Component in Grapefruit Juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 30: 504-507.

- Rouseff, R. L., Matthews, R. F., 1984. Nomilin, Taste Threshold and Relative Bitterness. *Journal of Food Science*, 49:77-&.
- Rouseff, R. L., Martin, S. F., Youtsey, C. O., 1987. Quantitative Survey of Narirutin, Naringin, Hesperidin and Neohesperidin in Citrus. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 35:1027.
- Roy, A., Saraf, S., 2006. Limonoids: Overview of significant bioactive triterpenes distributes in plants kingdom. *Biology and Pharmaceutical Bulletin*, 29:191-201.
- Sánchez-Moreno, C., Plaza, L., De Ancos, B., Cano, M. P., 2003. Quantitative Bioactive Compounds Assessment and Their Relative Contribution to the Antioxidant Capacity of Commercial Orange Juices, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 83:430–439.
- Saunt, J. 2000. *Citrus Varieties of the World*. Sinclair International Limited, Norwich, England, 126p.
- Schijlen, E. G., Ric de Vos, C. H., van Tunen, A. J., Bovy, A. G., 2004. Modification of flavonoid biosynthesis in crop plants. *Phytochemistry*, 65:2631-2648.
- Schoch T. K., Manners, G. D., Hasegawa, S., 2001. Analysis of Limonoid Glucosides from Citrus by Electrospray Ionization Liquid Chromatography -Mass Spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 1102-1108.
- Selli, S., Cabaroğlu, T., Canbaş, A., 2004. Volatile flavour compenents of orange juice obtained from the cv. Kozan of Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17:789-796.
- Shaw, P. E., Buslig, B. S., 1986. Selective Removal of Bitter Compounds from Grapefruit Juice and from Aqueous-Solution with Cyclodextrin Polymers and with Amberlite Xad-4. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 34(5):837-840.

- Siddiqui, A. N., Kulkarni, D. N., Kulkarni, K. D., Mulla, M. Z., 2013. Studies on Debittering of Sweet Orange Juice. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 8(2): 185-189, DOI: 10.5829/idosi.wjdfs.2013.8.2.75126.
- Singh, S. V., Jain, R. K., Gupta, A., Dhalla, A. S., 2003. Debittering of citrus juices – A review. *Journal of Food Science and Technology- Mysore*, 40:247-253.
- Singh, S. V., Jain, R. K., Gupta, A. K., 2009. Changes in quality of debittered kinnow juice during storage. *Journal of Food Science Technology*, 46:598-600.
- Soares, N. F. F., Hotchkiss, H., 1999. Comparative effects of deaeration and package permeability on ascorbic acid loss in refrigerated orange juice. *Packaging Technology and Science*, 12:111–118.
- Solomon, O., Svanberg, U., Sahlström, A., 1995. Effect of oxygen and fluorescent light on the quality of orange juice during storage at 8°C. *Food Chemistry*, 53:363–368.
- Stagg, G.V. ve Millin, D.J., 1975. The nutritional and therapeutic value of tea. A review. *Journal Science Food Agriculture*, 26: 1439-1459.
- Stinco, C. M., Fernandez, V. R., Hernanz, D., Heredia, F. J., Melendez, M. A. J., Vicario, I. M., 2013. Industrial orange juice debittering: Impact on bioactive compounds and nutritional value. *Journal of Food Engineering*, 116:155-161.
- Şekeroğlu, G., Fadiloğlu, S., Göğüş, F., 2006. Immobilization and characterization of naringinase for the hydrolysis of naringin. *European Food Research and Technology*. 224(1):55-60.
- Tanaka, T., Shnimizu, M., Moriwaki, H., 2012. Cancer chemoprevention by carotenoids. *Molecules*, 17:3202-3242.
- Tian, Q., Ding, X. 1999. Screening for limonoid glucosides in *Citrus tangerina* (Tanaka) Tseng by HPLC-electrospray ionization mass spectrometry. *Journal of Chromatography*, 874:13-19.

- Tian, Q. G., Miller, E. G., Ahmad, H., Tang, L. L., Patil, B. S., 2001. Differential inhibition of human cancer cell proliferation by citrus limonoids. *Nutrition and Cancer*, 40:180-184.
- Ting, S. V., Attaway, J. A., 1985. Citrus Fruits (Chapter 3). *Food Science and Technology, A Series of Monographs*. Eds. By Hulme, A C.
- Timmermans, R. A. H., Mastwijk, H. C., Knol, J. J., Quataert, M. C. J., Vervoort, L., Van Der Plancken, I., Hendrickx, M. E., And Matser, A. M., 2011. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 12:235-243.
- Ting, S. V., Rouseff, R. L., 1986. *Citrus Fruits and Their Products, Analysis Technology*, Marcel Dekker, Inc., New York, 293 p.
- Tallarico, P., Todisco, S., Drioli, E., 1998. Use of ultrafiltration in the preventing of orange juice bitterness and its effects on the aroma compounds distribution. *Agro Food Industry Hi-Technology*, 9(3): 32-36.
- Tokgöz, H., Gölükcü, M., 2009. Turunç (*Citrus aurantium*) Meyvelerinin Değerlendirilme Yöntemleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Hasad-Gıda*, 284:44-48.
- TUIK, 2015. Bitkisel Üretim İstatistikleri, Turunçgiller, 1988-2017 http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (16.11.2018).
- Tundis, R., Loizzo, M. R., Menichini, F., 2014. An overview on chemical aspects and potential health benefits of limonoids and their derivatives. *Critical Reviews Food Science Nutrition*, 54:225-250.
- Üstün, N. L., Şahin, İ., 1993. Yerli Portakal Çeşitlerinin Karotenoid Yapıları Üzerinde Araştırmalar. *Doğa – Turkish Journal Of Agriculture and Forestry*, 17:939-952, TÜBİTAK.
- Valero, M., Recrosio, N., Saura, D., Munoz, N., Marti, N., Lizama, V., 2006. Effects of ultrasonic treatments in orange juice processing. *Journal of Food Engineering*, 80:509–516.

- Vanamala, J., Reddivari, L., Yoo, K. S., Pike, L. M., Patil, B. S., 2006. Variation in the content of bioactive flavonoids in different brands of orange and grapefruit juices. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19 : 157-166.
- Vervoort, L., Van der Plancken, I., Grauwet, T., Timmermans, R. A. H., Mastwijk, H. C., Matser, A. M., Hendrickx, M. E., Loey, A. L., 2011. Comparing equivalent thermal, high pressure and pulsed electric field processes for mild pasteurization of orange juice: Part II: Impact on specific chemical and biochemical quality parameters. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. Volume 12, Issue 4, October 2011, Pages 466-477.
- Vieira, S. I., Ferreira-Dias, S., Ribeiro, M. H., 2009. Bitterness reuction of limonin by selective adsorption onto new polymeric resins. *New Biotechnology*, 25:186-187.
- Vikram, A., Jesudhasan, P. R., Jayaprakasha, G. K., Pillai, S. D., Patil, B. S., 2011. Citrus limonoids interfere with *Vibrio harveyi* cell-cell signalling and biofilm formation by modulating the response regulator LuxO. *Microbiology (Reading, England)*, 157: 99-110.
- Vincent, P.M., Brewaster, L.C., Hsu, A.C., 1973. Ethylene accelerated limonoid metabolism in citrus fruit: a process for reducing juice bitterness. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 21(3): 490–494.
- Xu, C. J., Fraser, P. D., Wang, W. J., Bramley, P. M., 2006. Differences in the carotenoid content of ordinary citrus and lycopene-accumulating mutants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54:5474-5481.
- Xu, J., Tao, N., Liu, Q., Deng, X., 2006. Presence of diverse ratios of lycopene/ β -carotene in five pink or red-fleshed citrus cultivars. *Scientia Horticulturae*, 108(2):181-184.
- Xu, G., Ye, X., Chen, J., Liu, D., 2007. Effect of Heat Treatment on the Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Citrus Peel Extract. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 330-335.

- Yamaki, Y.T., 1989. Organic acids in the juice of citrus fruits, *Journal of Japanese Society for Horticultural Science*, 58: 587-594.
- Yamashita, S., Naruko, A., Nakazawa, Y., Zhao, L., Hayashi, Y., Hirama, M., 2015. Total Synthesis of Limonin. *Angewandte Chemie (International Ed. in English)*, 54: 8538-8541.
- Ye, X.Q., Chen, J.C., Liu, D.H., Jiang, P., Shi, J., Xue, S.J., Wu, D., Xu, J.G., and Kakuda, Y., 2011. Identification of bioactive composition and antioxidant activity in young mandarin fruits. *Food Chemistry*, 124:1561-1566.
- Young, J. E., Pesek, J. J., Matyska, M. T., 2015. LC-MS-Compatible Approaches for the Quantitation of Limonin in Citrus Juice. *LC-GC Asia Pacific - September 2015, Hong Kong*.
- Yu, J., Wang, L., Walzem, R. L., Miller, E. G., Pike, L. M., Patil, B. S., 2005. Antioxidant activity of citrus limonoids, flavonoids, and coumarins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:2009-2014.
- Yuan, J. P., Chen, F., 1998. Degradation of ascorbic acid in aqueous solution. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 5078-5082.
- Zeghad, N., Ahmed, E., Belkhiri, A., Heyden, Y. V., Demeyer, K., 2019. Antioxidant activity of *Vitis vinifera*, *Punica granatum*, *Citrus aurantium* and *Opuntia ficus indica* fruits cultivated in Algeria. *Heliyon* 5: e01575.
- Zerdin, K., Rooney, M. L., Vermue, J., 2003. The vitamin C content of orange juice packed in an oxygen scavenger material. *Food Chemistry*, 82: 387-395.
- Zukas, A. A., Breksa, A. P., Manners, G. D., 2004. Isolation and characterization of limonoate and nomilinoate A-ring lactones. *Phytochemistry*, 65: 2705-2709.



ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Mersin’ de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Mersin’ de tamamladı. Lisans eğitimini 2008-2013 yıllarında Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde tamamladı. 2015 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı.

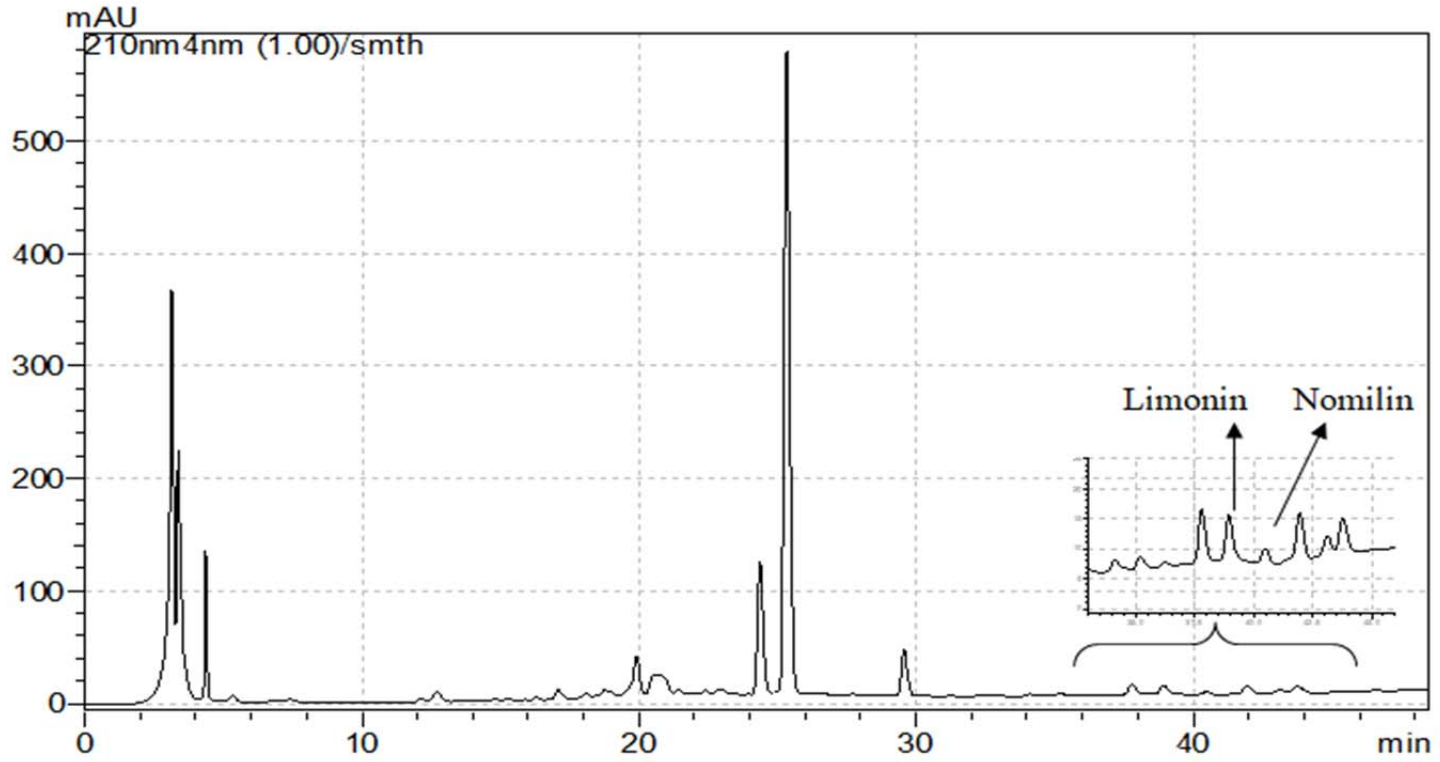




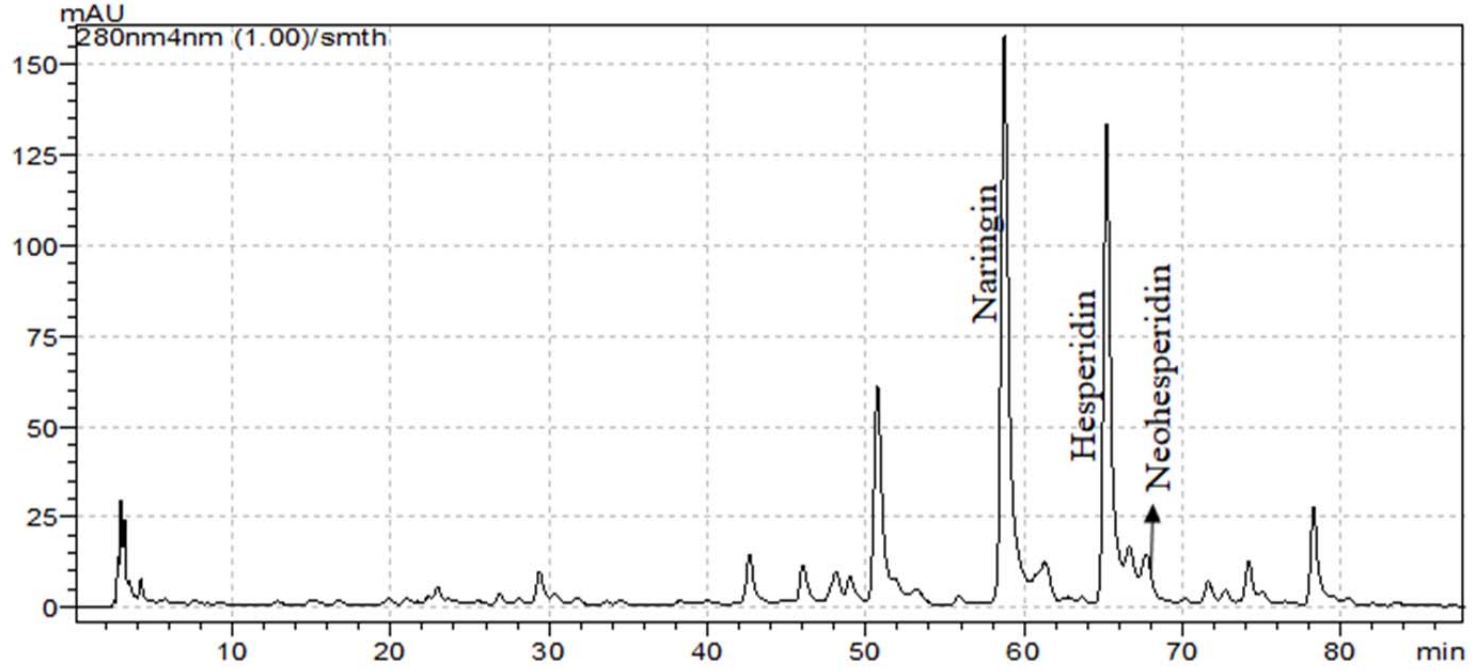
EKLER



EK 1. Limonin ve Nomilin'e ait HPLC kromatogramı (210 nm)



EK 2. Naringin, Hesperidin ve Neohesperidin'e ait HPLC kromatogramı (280 nm) (Turunç örneğinden elde edilmiştir)



EK 3. Klorojenik Asit'e ait HPLC kromatogramı (320 nm)(Turunç örneğinden elde edilmiştir)

