

**BAŞLICA YAPRAĞI YENEN SEBZELERİN NİTRAT
VE NİTRİT MİKTARLARI VE UYGULANAN
TEKNOLOJİK İŞLEMLERİN ETKİSİ**

Aybüke Elif CEYHUN SEZGİN

Doktora Tezi

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Prof. Dr. Fevzi KELEŞ

2009

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**BAŞLICA YAPRAĞI YENEN SEBZELERİN NİTRAT VE NİTRİT
MİKTARLARI VE UYGULANAN TEKNOLOJİK İŞLEMLERİN
ETKİSİ**

Aybüke Elif CEYHUN SEZGİN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2009

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Fevzi KELEŞ'in danışmanlığında, Aybüke Elif CEYHUN SEZGİN tarafından hazırlanan bu çalışma 02/11/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliğı Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Fevzi KELEŞ

İmza:



 ye : Prof. Dr. M kerrem KAYA

İmza:



 ye : Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ

İmza:



 ye : Prof. Dr. Ali BATU

İmza:



 ye : Doç. Dr. Memnune ŞENGÜL

İmza:



Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

BAŞLICA YAPRAĞI YENEN SEBZELERİN NİTRAT VE NİTRİT MİKTARLARI VE UYGULANAN TEKNOLOJİK İŞLEMLERİN ETKİSİ

Aybüke Elif CEYHUN SEZGİN

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Fevzi KELEŞ

Bu araştırmada, Erzurum merkeze bağlı 2 farklı yörede yetiştirilen ıspanak (*Spinacia oleraceae* L.), pazı yaprağı (*Beta vulgaris* var. *cicia*), marul (*Lactuca sativa* var. *crispa*), maydanoz (*Petroselinum hortense* L.), semizotu (*Portulaca oleraceae* L.), dereotu (*Anethum graveolens* L.), aşıotu (kişniş) (*Coriandrum sativum* L.), roka (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa*), brokoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) ve lahanası (*Brassica oleracea* var. *capitata*) gibi yaprak sebzelerin nitrat ve nitrit içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca sebzelere uygulanan haşlamadan dondurarak muhafaza, haşlama, haşlama sonrası dondurarak muhafaza, tuzlayarak soğukta muhafaza gibi teknolojik işlemlerin bu bileşenler üzerindeki etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Muhafaza süresi 6 ay olarak uygulanmıştır. Uygulanan teknolojik işlemlerin sebzelerin nitrat ve nitrit içeriğini azaltmada önemli derecede etkili oldukları ve özellikle haşlama sonrası dondurarak muhafaza işleminin nitrat ve nitrit miktarını belirgin şekilde düşürdüğü tespit edilmiştir. Araştırmada ıspanağın diğer sebzelere göre yüksek seviyede nitrat ve nitrit içerdiği, dereotunun en düşük seviyede nitrat, aşıotunun ise en düşük seviyede nitrit içerdiği tespit edilmiştir. Araştırmada yörelere ait sebzelerin haşlamadan dondurma işlemi ile nitrat miktarının %5-14, nitrit miktarının ise %3-10 arasında değişen oranlarda azaldığı tespit edilmiştir. Sebzelerin nitrat miktarı haşlama işlemi ile %35-63, haşlama sonrası dondurularak muhafaza ile %40-66 arasında değişen oranlarda azalmıştır. Nitrit miktarı ise haşlama işlemi ile %26-67, haşlama sonrası dondurularak muhafaza ile %41-69 arasında değişen oranlarda azalmıştır. Ayrıca tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrat miktarının %16-23, nitrit miktarının ise %11-18 arasında değişen oranlarda azaldığı belirlenmiştir. Nitrat ve nitritin suda çözünen bileşikler olması bu bileşiklerin uygulanan teknolojik işlemlerle başlangıçtaki miktarlarının belirli oranlarda azalmasına sebep olmuştur. Taze sebzelerden özellikle ıspanak, marul ve lahananın nitrat miktarının Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinde belirtilen değerlerin altında bulunduğu tespit edilmiştir. Araştırmada sebzelerin nitrat ve nitrit içerikleri moleküler absorpsiyon spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir.

2009, 114 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yapraklı sebze, nitrat, nitrit, siyanoz, methemoglobinemi

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

THE CONTENT OF NITRATE AND NITRITE OF MAIN LEAFY VEGETABLES AND THE EFFECTS OF TECHNOLOGICAL PROCEDURES

Aybüke Elif CEYHUN SEZGİN

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Fevzi KELEŞ

In this research, nitrate and nitrite content of spinach (*Spinacia oleraceae* L.), chard leaves (*Beta vulgaris* var. *cicia*), lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa*), parsley (*Petroselinum hortense* L.), purslane (*Portulaca oleraceae* L.), dill (*Anethum graveolens* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.), rocket (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa*), broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) and cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) grown in two different region of Erzurum centrum were determined. Also the vegetables were underwent some traditional technological procedures such as non-blanching freezing preservation, blanching, blanching and freezing preservation, salting and chilling preservation. In this research, it was enterprised to determine the changes in nitrate and nitrite in leafy vegetables with these techonological procedures. The preservation period was 6 months. The levels of nitrate and nitrite of the leafy vegetables were decreased by techonological procedures and especially blanching and freezing preservation have been effective. In this research spinach had the highest content of nitrate and nitrite, whereas dill had the lowest content of nitrate, coriander had the lowest content of nitrite. In this research leafy vegetables, preserved without blanching freezing decreased nitrate and nitrite levels in proportion of 5-14% and 3-10% respectively. Decreases in nitrate contents of leafy vegetables blanced alone blanched freezed were 35-63% and 40-66% respectively. Decreases in nitrite contents of leafy vegetables blanced alone blanched freezed were 26-67% and 41-69% respectively. Because of water soluble compounds, nitrate and nitrite leach into blanching water and decrease. Salted chilling preservation also reduced nitrate and nitrite content of 16-23% and 11-18% respectively. The levels of nitrate in spinach, lettuce and cabbage were below maximum levels pramulgated by the Turkish Food Codex. In this experiment, nitrate and nitrite content of leafy vegetable were determined by molecular absorption spectrometric method.

2009, 114 pages

Keywords: The leafy vegetables, nitrate, nitrite, cyanose, methaemoglobinemia

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanmasında ve yürütülmesinde bilgi ve tecrübelerini aktaran, Hocam Sayın Prof. Dr. Fevzi KELEŞ'e minnettarlığımı bildirir, içtenlikle teşekkür ederim. Çalışmalarında ilgi ve yardımlarını esirgemeyen Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Hocam Sayın Prof. Dr. Mükerrerem KAYA ile Bahçe Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi Hocam Sayın Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ'ye şükranlarımı sunarım.

Hayatım süresince bana her konuda destek olup cesaret veren, yardımlarını ve manevi desteklerini esirgemeyen ailem ile istatistiki analizlerde yardımcı olan Sayın Arş.Gör. Adem GÜNEŞ'e ve araştırmaya destek veren Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü'ne içtenlikle teşekkür ederim.

İlgili alana önemli katkılar sağlamak dileğiyle....

Aybüke Elif CEYHUN SEZGİN

Eylül 2009

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
3. MATERYAL ve METOT	36
3.1. Materyal.....	36
3.1.1. Materyalin hazırlanması	37
3.1.2. Haşlama işlemi	38
3.1.3. Dondurma işlemi	38
3.1.4. Tuzlama ve soğukta muhafaza işlemi	39
3.2. Metot	39
3.2.1. Toplam kuru madde tayini.....	39
3.2.2. Kül tayini	39
3.2.3. Protein tayini	40
3.2.4. pH tayini	40
3.2.5. Titrasyon asitliği tayini.....	40
3.2.6. Nitrit ve nitrat tayini	41
3.2.6.a. Nitrit tayini	41
3.2.6.b. Nitrat tayini	44
3.3. İstatistiksel analiz	45
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	47
4.1. Taze sebzelerin genel bileşim öğeleri ve nitrat, nitrit içerikleri	47
4.2. Teknolojik işlem uygulamalarının sebzelerin nitrat ve nitrit içeriğine etkisi	66
4.2.1. Doğrudan dondurulup saklama işleminin sebzelerin nitrat ve nitrit içeriğine etkisi	66

4.2.2. Haşlama ve haşlama sonrası dondurarak muhafaza işlemlerinin sebzelerin nitrat ve nitrit içeriğine etkisi.....	75
4.2.3. Tuzlayarak soğukta muhafaza işleminin sebzelerin nitrat ve nitrit içeriğine etkisi	87
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	97
KAYNAKLAR.....	102
ÖZGEÇMİŞ.....	115

SİMGELER DİZİNİ

ADI	Günlük alınabilir miktar
FAO	Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
g	Gram
JECFA	Gıda Katkı Maddeleri Uzmanlar Komitesi
kg	Kilogram
mg	Miligram
mL	Mililitre
N	Azot
NH ₂	Amin
NH ₃	Amonyak
NH ₄	Amonyum
NO ₂	Nitrit
NO ₃	Nitrat
NO ₃ -N	Nitrat azotu
ppm	Milyonda bir
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
°C	Santigrat Derece

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Nitrit kalibrasyon eğrisi.....	43
Şekil 4.1.	Taze sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x yöre interaksyonunun etkisi	53
Şekil 4.2.	Taze sebzelerin nitrit miktarı üzerine tür x yöre interaksyonunun etkisi	61
Şekil 4.3.	Sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x yöre interaksyonunun etkisi	69
Şekil 4.4.	Sebzelerin nitrat miktarı üzerine yöre x doğrudan dondurma işlem interaksyonunun etkisi	69
Şekil 4.5.	Sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x doğrudan dondurma işlem interaksyonunun etkisi	70
Şekil 4.6.	Sebzelerin nitrit miktarı üzerine tür x yöre interaksyonunun etkisi	73
Şekil 4.7.	Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x yöre interaksyonunun etkisi	79
Şekil 4.8.	Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x uygulanan işlem interaksyonunun etkisi	79
Şekil 4.9.	Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrit miktarı üzerine tür x yöre interaksyonunun etkisi	84
Şekil 4.10.	Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrit miktarı üzerine tür x uygulanan işlem interaksyonunun etkisi	84
Şekil 4.11.	Tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x yöre interaksyonunun etkisi.....	90
Şekil 4.12.	Tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x muhafaza şekli interaksyonunun etkisi	90
Şekil 4.13.	Tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrit miktarı üzerine tür x yöre interaksyonunun etkisi.....	94
Şekil 4.14.	Tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrit miktarı üzerine tür x muhafaza şekli interaksyonunun etkisi	94

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	Yıllara göre yaprağı yenen sebze üretimi	5
Çizelge 4.1.	Taze sebzelerin genel bileşimi ile nitrat, nitrit bulguları	48
Çizelge 4.2.	Taze sebzelerin nitrat içeriklerine ait varyans analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.3.	Taze sebzelerin nitrat miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	52
Çizelge 4.4.	Taze sebzelerin nitrit içeriklerine ait varyans analiz sonuçları	60
Çizelge 4.5.	Taze sebzelerin nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	60
Çizelge 4.6.	Taze ve doğrudan dondurulup saklanan sebzelerin nitrat ve nitrit miktarları	66
Çizelge 4.7.	Doğrudan dondurulan sebzelerin nitrat miktarlarına ait varyans analiz sonuçları	67
Çizelge 4.8.	Doğrudan dondurulan sebzelerin nitrat miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	68
Çizelge 4.9.	Doğrudan dondurulan sebzelerin nitrit miktarlarına ait varyans analiz sonuçları	72
Çizelge 4.10.	Doğrudan dondurulan sebzelerin nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	73
Çizelge 4.11.	Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrat ve nitrit miktarları	76
Çizelge 4.12.	Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrat miktarlarına ait varyans analiz sonuçları	77
Çizelge 4.13.	Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrat miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	77
Çizelge 4.14.	Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelere uygulanan işlemlerin nitrat miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	78
Çizelge 4.15.	Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrit miktarlarına ait varyans analiz sonuçları	82

Çizelge 4.16.	Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	83
Çizelge 4.17.	Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelere uygulanan işlemlerin nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	83
Çizelge 4.18.	Taze, doğrudan dondurulan ve tuzlanıp soğukta saklanan sebzelerin nitrat ve nitrit miktarları	88
Çizelge 4.19.	Doğrudan dondurulan ve tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrat miktarlarına ait varyans analiz sonuçları	89
Çizelge 4.20.	Doğrudan dondurulan ve tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrat miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	89
Çizelge 4.21.	Tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelere uygulanan işlemlerin nitrat miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	89
Çizelge 4.22.	Doğrudan dondurulan ve tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrit miktarlarına ait varyans analiz sonuçları	92
Çizelge 4.23.	Doğrudan dondurulan ve tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	93
Çizelge 4.24.	Doğrudan dondurulan ve tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelere uygulanan işlemlerin nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	93

1. GİRİŞ

İnsan sağlığını beslenme, kalıtım ve çevre koşulları gibi faktörler etkilemektedir. İnsanın sağlıklı yaşaması, vücudunun büyümesi, yenilenmesi, gelişmesi ve çalışması için yeterli ve dengeli beslenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde vücut için gerekli besin ögeleri zamanında ve yeterli miktarlarda alınmadığı için hastalıklara karşı direnç azalmakta, hastalığın tedavisi uzun sürmekte, zor ve pahalı olmaktadır. Dengeli beslenmede vitamin ve mineral maddelerin önemi 20. yüzyılda daha iyi anlaşılmış ve A, E ve C vitaminlerince zengin meyve ve sebzenin tüketimi daha da artmıştır (Kökosmanlı ve Keleş 1996a; Kökosmanlı ve Keleş 2000; Yahia *et al.* 2004).

Sebzeler enerji içeriğinin düşük, vitamin, mineral madde ve gıda lifi içeriğinin yüksek olması nedeniyle, günümüz beslenmesi ve insan sağlığı açısından önemli bir gıda grubudur (Santamaria *et al.* 1999; Punna and Paruchuri 2004; Kmiecik *et al.* 2004; Jaworska 2005b). Yeterli sebze ve meyve tüketimi kanser, kalp hastalıkları, sindirim sistemi hastalıkları başta olmak üzere birçok kronik hastalık riskinin azalmasını, bağışıklık sisteminin güçlenmesini, vücutta stresin düşmesini, yaşlanmanın gecikmesini ve cildin güzelleşmesini sağlar. Sebzelerin yüksek gıda lifi ve diğer fonksiyonel bileşik (nutrasötik) içeriği; kan şekerini ve kolesterolü dengeler, bağırsakların çalışmasını düzenler, divertikülit ve kabızlık gibi sindirim sistemi hastalıklarından korur. Sebzeler ayrıca sağlıklı zayıflama rejimlerinin temel gıdalarıdır. Bu özelliklerinden dolayı sebzelerin diyetten eksik edilmemesi gerekmektedir (Kökosmanlı ve Keleş 1996b; Baysal 2000; Şengül ve Keleş 2005b; Erman 2007).

Sebzelerin genel bileşimini %90-95 su, %1-3 azotlu maddeler, %1'den az yağ, %3-7 karbonhidrat ve %1-2 mineral madde oluşturmaktadır. Örneğin; ıspanağın bileşimi %90 su, %3,2 azotlu bileşikler, %0,4 yağ, %3,6 karbonhidrat, %0,7 ham selüloz ve %1,5 mineral maddeden ibarettir. Lahananın bileşimi ise %92 su, %1,3 azotlu bileşikler, %0,2 yağ, %5 karbonhidrat, %0,9 ham selüloz ve %0,7 mineral maddeden oluşmaktadır. Sebzeler hasat sonrasında canlı olduklarından bileşimleri değişmeye

devam eder. Sebzelere uygulanan yıkama, ayıklama, kesme, doğrama, törpüleme, kabuk soyma, haşlama, dondurma ve soğukta muhafaza gibi hazırlama ya da teknolojik işlemlerin bileşimi değiştirdiği, kayıplara yol açtığı da bilinen bir gerçektir. Uygun olmayan şartlarda depolanması, solunum ve terleme fonksiyonları yüksek hızla devam eden sebze de besin kayıplarına neden olmaktadır (Baysal 2000; Cemeroğlu vd 2001).

Yüksek ortam sıcaklığı ve düşük nispi rutubet sonucu sebzelerde su kaybı meydana gelmekte ve zamanla fire artmaktadır. Bu nedenle sebzenin depolanması sırasında uygun sıcaklık ve rutubet ayarlanmalıdır. Sebzelerin işlenmesiyle yenilebilir kısmındaki kayıp oranı brokolide %20, lahanada %5, ıspanakta %10'dur. Hasat edilmiş ürün ağırlığına göre kayıp oranı lahanada %25, ıspanakta %40'tır (Şengül ve Keleş 2005a; Cemeroğlu 2007).

Okçu (2003) taze lahanada protein içeriğini 0,78 g/100g olarak belirlemiştir. Lahanaya haşlama, dondurma ve konserveleme işlemlerini uygulayarak, bileşimdeki değişiklikleri incelemiş ve sonuçta teknolojik işlem uygulamalarının sebzenin bileşim öğelerini azalttığını belirtmiştir. Bu çalışmada 75 °C sıcaklıkta haşlanan lahanada protein içeriği 0,15 g/100g, 95°C sıcaklıkta haşlananda ise 0,10 g/100g olarak bulunmuştur. Sıcaklık derecesi artışının protein içeriğini önemli ölçüde azalttığını vurgulamıştır. Aynı çalışmada dondurarak muhafaza edilen lahananın protein içeriğinin 0,39 g/100g'a, konserve edilerek muhafaza edilen lahananın ise 0,28 g/100g'a düştüğü belirlenmiştir.

Özellikle yeşil yapraklı sebzeler bileşimlerinde bulundurdıkları fazla su miktarı sebebiyle açıkta bırakıldığında hızlı bir şekilde bozulabilmektedir. Bu sebzelerin tüketim öncesi hazırlama ve pişirme aşamaları hızlı ve dikkatli bir şekilde yürütülmelidir. Böylece teknolojik işlem gören sebzenin besin değeri ve doğal renk kaybının en aza indirilmesi mümkün olmaktadır (Baysal 2000).

C vitamini (askorbik asit), dişeti ve tüm dokularda damar cidarlarının sağlamlığında dolayısıyla skorbüt hastalığının oluşumunun önlenmesinde ve yaraların iyileşmesinde önemlidir. İnorganik demirin emiliminde, kolajenin oluşumunda, nitrozamin

oluşumunun engellenmesinde, bağışıklık sisteminin güçlenmesinde önemli etkiye sahiptir. A ve E vitaminleri birlikte antioksidan özellik göstererek serbest radikallerden vücudu korumakta, kanser, katarakt ve kalp hastalıkları riskini azaltmaktadır. Ayrıca Fe^{+3} 'ün Fe^{+2} 'ye indirgenerek vücut için yararlı hale gelmesinde, folik asitin etkin duruma geçmesinde önemli rol oynamaktadır (Cemeroğlu 1992; Gonzalez *et al.* 1994; Kökosmanlı ve Keleş 1996a; Loon *et al.* 1997; Baysal 2000; Erman 2007).

Yaprağı yenen sebzelerden özellikle koyu yeşil yapraklı sebzeler C vitamini bakımından oldukça zengindir. Örneğin; 100 g maydanoz ortalama 180 mg, 100 g ıspanak 50 mg, 100 g lahana 43 mg, 100 g marul 11 mg C vitamini içermektedir. Günlük alınması gereken miktarın 75 mg olduğu düşünüldüğünde, yeşil yapraklı sebzelerin iyi bir C vitamin kaynağı olduğu görülmektedir. Özellikle nezle ve grip gibi soğuk algınlığına karşı C vitamini içeren meyve ve sebzelerin tüketimi tavsiye edilmektedir. Çevre koşullarından (sıcaklık, ışık, hava) etkilenen C vitamininin, hava oksijeni eşliğinde girdiği enzimatik oksidasyon sonucu özelliği kaybolmaktadır. Sebzelerin ayıklanması ve pişirilmesinden sonra bekletilmesi esnasında C vitaminin büyük bir kısmı kaybolabilmektedir. Bu nedenle sebzeler yıkanıp, ayıklandıktan sonra hemen tüketilmeli, sebze az suda ya da susuz pişirilmeli ve pişirme suyu ile birlikte tüketilmelidir (Lutsoia *et al.* 1980; Baysal 2000).

Gece körlüğü, kemik ve diş gelişiminde aksaklıklar, enfeksiyonlara karşı direncin azalması gibi belirtiler A vitamini eksikliğinde ortaya çıkmaktadır. Koyu yeşil yapraklı sebzeler A vitaminin ön maddesi olan karoten bakımından zengindir. Yeşil sebzelerden özellikle maydanoz ve ıspanak A vitamini için iyi birer kaynaktır (Baysal 2000; Erman 2007; Cemeroğlu 2007).

Meyve ve sebzelerin antioksidan ve lifsi maddeler içermeleri insanları çeşitli kanserlerden korumada önemlidir. Sebzelerden özellikle lahana, karnabahar, brüksel lahanası ve brokoli gibi yaprağı yenen sebzeler hem gıda lifi içeriği açısından hem de flavanoller bakımından kolon kanserine karşı koruyucudurlar. Bu avantajları nedeniyle

insanların günde en az beş öğün sebze ve meyve yemesi tavsiye edilmektedir (Spoon *et al.* 1998; Erman 2007).

Birçok ülkede değişik kuruluşlarca yapılan kampanyalar kişi başına günlük meyve ve sebze tüketiminin artmasında önemli ve olumlu sonuçlar vermiştir. Bu sayede dünyada meyve ve sebze tüketimi yaşam kalitesinin yükselmesine paralel olarak hızla artmıştır (Spoon *et al.* 1998; Akbay vd 2005).

Dünya meyve ve sebze tüketiminin artışı, üretim ve ticaretinin de zaman içinde artmasına neden olmuştur. 2006 yılında dünya meyve ve sebze üretimi 1,4 milyar ton (900 milyon ton sebze ve 500 milyon ton meyve) seviyesindedir. Türkiye sebze üretimi ise 24,8 milyon ton değeri ile dünya genelinde %3,2' lik pay ile Çin Halk Cumhuriyeti, Hindistan ve ABD'den sonra 4. sırada yer almaktadır (Anonim 2002b; Anonim 2007).

Ülkemizin sahip olduğu çeşitli ekolojik şartlar her türlü meyve ve sebze yetiştirilmesini sağlamaktadır. Türkiye'nin sahip olduğu tarımsal üretim potansiyeli, sadece üretilen meyve ve sebzelerin çeşitliliği bakımından değil aynı zamanda toplam üretim miktarının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Ülkenin toplam yaş meyve ve sebze üretimi yaklaşık 45 milyon ton olup, ihracat değeri 800 milyon \$'dır (Anonim 2008b). Ülkemiz sebze tüketimi bakımından diğer ülkelere göre iyi durumdadır. 2001 yılında ülkemizde kişi başına sebze tüketim miktarı 228,88 kg'dır (Akbay vd 2005).

Ülkemizde gübrelemenin artmasına bağlı olarak sebze üretiminde de yıllara göre artış olduğu görülmektedir. Yıllara göre yaprağı yenen sebze üretimi Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Yıllara göre yaprağı yenen sebze üretimi, Ton (Anonim 2009)

Sebze	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Lahana	622000	610000	620000	629000	500000	492000	502081	464645
Marul	215000	220000	200000	190000	200000	204000	239495	226723
Ispanak	205000	210000	222000	222000	213000	238000	242231	235731
Pazı	7300	7000	7000	7300	7000	6500	6110	6497
Semizotu	2250	1900	2000	2200	2000	2750	4232	3311
Maydanoz	40000	40000	44000	45000	47000	57000	53189	48972
Roka	1150	1400	1400	1500	2400	2750	2497	2557
Dereotu	1700	800	1600	1400	1500	2000	2456	2637
Brokoli	-	-	-	-	6500	8500	16178	17360

Bitkisel üretimde bol ve kaliteli ürün elde etmek tüm üreticilerin hedefidir. Sürekli bitki yetiştirilmesi ile besin element dengesi bozulan topraklara organik veya inorganik kaynaklı besin elementlerinin ilavesi gerekmektedir. Verimli ürün elde etmede girdiler içinde en büyük payı gübre oluşturmaktadır. Gübreleme ile ürün artışında %60, toprak işleme ve mücadele ile %20 ve kaliteli tohum kullanılması ile %20 civarında ürün artışı sağlandığı bilinmektedir. Gübreleme işleminde önceleri ahır gübresi, yeşil gübre, insan gübresi, çöp kompostları, guanolar, deniz yosunları, fabrika atıkları, deri, kan, kıl, et, boynuz gibi kombina atıkları ve benzeri organik kökenli gübreler kullanılmaktaydı. Günümüzde ise azot, fosfor ve potasyum içeren kimyasal gübreler kullanılmaktadır. Bitkilere besin elementi sağlayan bu gübreler toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzelterek bitkilerin gelişmesine yardımcı olmaktadır (Sezen 1995; Çelik 2000; Güçdemir ve Usul 2004).

Gübre çeşidi bakımından Türkiye’de en fazla azotlu gübreler kullanılmaktadır. Bunu fosforlu gübreler izlemektedir. Ülkemiz topraklarının potasyum bakımından zengin olması, potasyumlu gübre tüketiminin toplam gübre tüketimi içindeki payının %1,6-1,8’i gibi çok düşük seviyelerde olmasını sağlamaktadır (Özçelik ve Özer 2006).

Dünya nüfusunun artışı hem tarım için kullanılan alanların azalmasına sebep olmuş hem de insanların şehirlere giderek üretim yerine tüketimi seçmeleri gıda açığını ortaya çıkarmıştır. Üreticiler ise bu gıda ihtiyaçlarının karşılanması için fazla kimyasal gübre kullanımı ile fazla verimi hedeflemişlerdir. Fazla gübre kullanımı ile üretilen ürünlerin

tüketiminden çeşitli sağlık ve çevresel sorunlarının ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Oluşan sorunların başında fazla azotlu gübre kullanımından dolayı tüketilen bitkilerde, özellikle sebzelerde nitrat ve nitrit kirlenmesi gelmektedir (Siciliano *et al.* 1975; Lutsoia *et al.* 1980; Güneş 1994; Aksoy vd 1999; Fytianos and Zarogiannis 1999; Zatar *et al.* 1999; Warman and Havard 1998; Doğan 2003; Ekşi 2005; Cemek vd 2007).

Sadece verimliliği esas alan aşırı gübreleme tarımsal ekosistemlerde dengelerin bozulmasına ve insan sağlığına zarar vermektedir. Tüketiciler arasında sağlıklı gıda tüketimi ve çevreyi korumanın öneminin giderek artması, üretimden tüketime kadar geçen her aşamada sentetik kimyasal ilaçlar, gübreler, büyüme regülatörleri ve antibiyotiklerin kullanımının kısıtlanması veya yasaklanması organik tarım konusunu gündeme getirmiştir. Organik tarım ile doğaya zarar veren, dengeyi bozan üretim sistemleri yerine, doğaya dost üretim sistemlerinin oluşumu hedeflenmektedir. Bu sayede üretimde verim artışı sağlandığı gibi ürün ve çevre sağlığı da ön plana çıkacaktır (Maynard and Barker 1978; Demiryürek 2004; Winter and Davis 2006; Aksoy 2007; Beşirli 2008).

Azotlu gübreler verim artışı ve daha kaliteli üretim için bitkilerin gelişme döneminde uygulanmaktadır. Bu uygulama özellikle günlük tüketimi fazla olan yeşil yapraklı sebzelerde nitrat birikimine neden olmaktadır. Ayrıca insan vücuduna alınan diğer nitrat kaynaklarını nitratça zengin su kaynakları ve et ürünlerini kürmek amacıyla kullanılan nitratlar oluşturmaktadır (Wolff and Wasserman 1972; Duncan *et al.* 1997; Pennington 1998; Artık vd 2002; Ayaz vd 2007; Hammad *et al.* 2007).

Son yıllarda, fazla miktarda nitrat ve nitrit içeren gıdaların tüketiminin insan ve hayvanlarda tehlike oluşturduğu ve bu tehlikenin insanlarda ağır hastalıklara hatta ölümlere sebep olduğu, hayvanlarda ise verim düşüklüğü ve ölüm sonucu ekonomik zararlara yol açtığı bilinmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinde nitratın nitrite dönüşümünün insan ve hayvanlarda oluşturduğu rahatsızlıklar bu konu hakkındaki çalışmaları yoğunlaştırmıştır. Bu oluşumları önlemede etkili yöntem, etkenin oluşmadan yok edilmesidir; yani nitrat kirliliğine neden olan kaynakların kontrol altına alınmasını

gündeme getirmiştir (Alçiçek ve Başlar 1995; Shokrzadeh *et al.* 2007; Cemek vd 2007; Ekici vd 2008).

Yeni hasat edilen bitkilerde nitrite rastlanılmamaktadır. Ancak hasattan sonra taşıma ve depolama koşullarının uygun olmaması nedeniyle sebzedeki nitrat hızlı bir şekilde nitrite indirgenmektedir. Bu indirgenme mikrobiyolojik yolla veya sebzenin intramoleküler solunumu ile ortaya çıkmaktadır. Fazla miktarda nitrat içeren sebzelerin konserve yapılması ve hazırlanması aşamalarında bakteriyel faaliyet sonucu nitrit oluşumu söz konusudur (Zabunoğlu ve Karaçal 1980).

Gıda Mühendisliği alanındaki gelişmeler sayesinde, tarım ürünleri hasat sonrasında teknolojik işlemlerle daha iyi korunmakta, zayıat önlenmekte ve hatta tarımsal üretim uygulamalarından kaynaklanan olumsuzlukların giderilmesine çalışılmaktadır. Bazı teknolojik işlemlerin sebzelerin nitrat ve nitrit içeriklerinin azalmasına katkı yapması beklenebilir (Sistrunk 1980; Gaiser *et al.* 1997; Mendicoa *et al.* 1997; Petersen and Stoltze 1999; Jaworska 2005b).

Diğer yandan, beslenme sırasında taze meyve ve sebze tüketimi gerek bilimsel yazılarla ve gerekse medya aracılığıyla sürekli teşvik edilmektedir. Bu durumda nitratlı sebzelerin yol açacağı sağlık riskinin giderek artacağı açıktır. Bu çalışma ile yaprağı yenen sebzelerde nitrat ve nitrit miktarlarının belirlenmesi, pratikte geçerli bazı hazırlama ve teknolojik işlemlerin bu bileşiklerin miktarlarına etkisinin saptanması amaçlanmıştır. Elde edilen analitik verilerin değerlendirilmesi ve yapılan öneriler ile etkili, dengeli ve nitrat kirliliğine yol açmayan bir gübreleme programının yapılabilmesi, nitrat ve nitrit azalmasını sağlayan hazırlama ve teknolojik işlemlere ağırlık verilmesi ve sonuçta sağlık kaygılarının azalmasını sağlayacak güvenli sebze üretimi ve tüketimi mümkün olabilecektir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

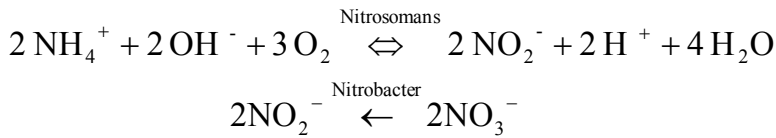
Beslenmede önemli bir yer tutan sebzelerin nitrat içeriği yüksek kaynaklar arasında yer alması ve insan sağlığı açısından fazla miktarda nitrat ve nitrit içeren gıda maddelerinin olumsuz etkilerinin ortaya çıkması bu konu üzerindeki çalışmaları yoğunlaştırmıştır.

Canlılar ve çevre arasındaki azotun geçişi azot döngüsü ile sağlanır. Nitrit ve amonyak bu çevrimin ara ürünleri olarak ortaya çıkmaktadır. Toprakta bulunan mikroorganizmalar bitkiler için gerekli azotu sağlayarak, azot çevriminde önemli rol üstlenir. Nitrat ve nitrit toprakta, yüzey ve yeraltı sularında ve bitkilerde doğal olarak bulunur. Nitrat ve nitrit kaynaklarını; kireçtaşı kayaları, kalsitler, atmosferdeki azot ile hayvan ve bitkilerin ölü hücreleri ve atıkları oluşturmaktadır. Doğadaki azot dolaşımına bağlı olarak ortaya çıkan bu durum büyük ölçüde bitkisel ve hayvansal dokuları oluşturan azotlu yapıların bakteriyel etkinliklerle bozulması ile oluşmaktadır (Wolff and Wasserman 1972; Şanlı ve Kaya 1988; Duncan *et al.* 1997; Fytianos and Zarogiannis 1999; Aksoy vd 1999; Santamaria 2006).

Bitkideki organik azotun bir bölümü otoburlar tarafından yenilerek hayvan bünyesine geçerken, diğer bir bölümü de bitkilerin yaşamları sona erdiğinde toprağa organik madde olarak bırakılır. Hayvan bünyesindeki organik azot dışkı ile toprağa geçmektedir. Bu azotlu organik maddeler nem ve sıcaklıkta toprakta yaşayan mikroorganizmalar tarafından parçalanarak aminlere dönüşür, organik kalıntılardan serbest hale geçen aminler ise amonyak (NH_3) formuna geçerler. Amonyak formuna dönüşme olayına amonifikasyon adı verilir. Bazı bakteriler amonyağı okside ederek azotun nitratlara dönüşmesi olayını gerçekleştirir. Bu olay ise nitrifikasyon olarak ifade edilir. Oluşan nitrat önce nitrite sonra da amonyağa dönüşür. Amonyak ise amino asitlere dönüşerek protein sentezinde kullanılır. Nitratın nitrite dönüşümünde nitrat redüktaz, nitritin amonyağa çevrilmesinde ise nitrit redüktaz enzimi aktif rol oynamaktadır (Andrews 1986; Sulak ve Aydın 2005; Ekşi 2005; Bellitürk ve Sağlam 2005).

Bazı durumlarda nitrat bitkilerin yararlanamadığı nitrit formuna indirgenir. Bu olaya denitrifikasyon denir. Bakteriyel olarak nitratın indirgenmesi iki yolla olmaktadır. Bunlardan birinci yol nitratın; nitrit, azotoksit ve hidroksilamin üzerinden amonyağa kadar indirgenmesidir. Nitrat assimilasyonu olarak tanımlanan bu yolda nitrit birikimi azdır. İkinci yol ise nitratın, anaerob ve fakültatif aerob bakteriler tarafından nitrit, azotoksit, diazotoksit üzerinden moleküler azota kadar indirgenmesidir. Bu olay nitrat dissimilasyonu olarak tanımlanır ve nitrit birikimi fazladır. Nitratın nitrite indirgenmesi bazı aerob ve anaerob bakterileri tarafından sağlanır. Bu bakterilere ise denitrifikantlar adı verilir. *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Escherichia coli*, *Micrococcus denitrificans*, *Enterobacter aerogenes* bu dönüşümde rol oynayan bakterilerdir (Andrews 1986; Çopur 1995).

Nitrat (NO_3) ve nitrit (NO_2) iki basamaklı biyolojik oksidasyon reaksiyonu ile amonyum iyonundan (NH_4^+) oluşmaktadır. Nitrozomanlar ve nitrobakteriler bu iki reaksiyonda etkili olan bakterilerdir. Bu organizmalar yaygın olarak toprak ve suda bulunmaktadır (Çağlayan 1992; Shrimali and Singh 2001; Roman 2005). Reaksiyon aşağıda gösterildiği şekilde gerçekleşmektedir.



Nitrat ve nitritler, genellikle sodyum ve potasyum tuzları formunda kullanılmaktadır. Sodyum nitratın mol ağırlığı 84.99; potasyum nitratın 101.11'dir. Sodyum nitrat hidroskopik özellikte olup, oda sıcaklığında 100 g suda 90 g sodyum nitrat ve 37 g potasyum nitrat çözünmektedir. Alkolde çözünürlüğü az olan sodyum nitratın beyaz kristal tozları 311°C 'de, potasyum nitratın ise 337°C 'de erir. Sodyum nitritin mol ağırlığı 69'dur. Beyaz, soluk sarı hidroskopik kristal formunda olup 306°C 'de erir. Sodyum nitrit suda kolay çözünürken, alkolde daha az çözünür. Nitritin alkali koşullarda geri kazanımı mümkündür (Pennington 1998; Anonymous 2003).

Nitrat iyonu oksijenli ortamlarda stabil formdadır. Kimyasal olarak reaktif olmamasına karşın, mikrobiyal aktivite ile indirgenir. Nitrit ise oksijenli koşullarda stabil değildir. Kimyasal ve biyolojik işlemlerle nitrit çeşitli bileşiklere indirgenir veya nitrata okside olur. Nitrit tek başına veya sodyum klorür ile birlikte kullanıldığında önemli antimikrobiyal özellik kazanır (Anonymous 2003). Nitrit, nitrata nazaran daha zehirlidir. Nitrit sebzelerde çok düşük düzeylerde bulunur. Bitkilerde toksik düzeylerde nitrit birikimine mikroorganizmalar, sıcaklık ve bitkinin içerdiği yüksek nitrat düzeyi neden olmaktadır. Ayrıca sebzelerdeki nitrit miktarı kötü depolama koşullarına bağlı olarak artabilmektedir (Klepper 1979; Blom-Zandstra 1989; Çopur 1995; Pennington 1998).

Nitrat ve nitritin sodyum ve potasyum tuzları olan sodyum nitrat (NaNO_3) ile potasyum nitrat (KNO_3) ve sodyum nitrit (NaNO_2) ile potasyum nitrit (KNO_2) et, et ürünleri (salam, sosis, sucuk), balıklar ve peynirlere karakteristik lezzet ve renk özelliklerini verme ayrıca mikrobiyal stabilite sağlama, özellikle *C. botulinum*'a karşı ve olgunlaştırma amacıyla katılmaktadır (Wolff and Wasserman 1972; Şanlı ve Kaya 1988; Kaya ve Gökalp 1993; Duncan *et al.* 1997; Kyriakidis *et al.* 1997; Anonymous 1997a; Ayar ve Özdemir 2002; Roman 2005; Sırıken vd 2006; Ekici vd 2008). Bu katkıları kanın oksijen taşıma yeteneğini azaltarak kansere neden olan nitrozaminleri oluşturabilmektedir. Bu yüzden gıda teknolojisinde en çok tartışılan katkı maddeleri nitrat ve nitrit'tir (Wolff and Wasserman 1972; Pennington 1998; Gökalp vd 1987; Roman 2005).

İnsan vücuduna alınan günlük nitratin yaklaşık %80'i gibi büyük bir kısmının sebzelerle beraber alındığı bilinmektedir (Ximenes *et al.* 2000). Amr and Hadidi (2001) insan vücuduna günde alınan nitratin %85'inin ve nitritin %16-43'ünün sebzelerden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Gorskaya *et al.* (1989) Rusya'da yaptıkları bir çalışmada, insan bünyesine alınan nitratin %60-80'inin sebzelerden, %20-30'unun içme suyundan, %10-15'inin et ve et ürünlerinden, %5-10'unun meyve, meyve suyu, süt ve süt ürünlerinden geldiğini vurgulamışlardır (Aksoy vd 1999). Gökalp vd (1987) ise

nitrat kaynaklarının %70'ini sebzeler, %20'sini nitrat katkılı gıdalar, %10'unu hububat, süt ürünleri ve meyvelerin oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Uluslararası Bilim Akademisi diyetle vücuda alınan nitratin %87'sinin sebzelerden, %39'unun kürlenmiş etlerden, %34'ünün fırınlanmış ürünlerden kaynaklandığını bildirmiştir (Kyriakidis *et al.* 1997; Pennington 1998; Muramoto 1999; Chung *et al.* 2003).

Kirovska-Cigulevska (2002), peynir ve sebzelerin nitrat içeriğini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada; ortalama olarak nitrat miktarını koyun peynirinde 10.66 mg/kg, inek peynirinde 17.98 mg/kg olarak belirlemiştir. Sebzelerden lahanada nitrat miktarının 141.5 mg/kg, havuçta 80.7 mg/kg ve pancar kökünde ise 1167.7 mg/kg seviyesinde bulmuş ve özellikle pancar kökünün yüksek miktarda nitrat içeren sebzeler içinde yer aldığını belirtmiştir. Sebzelerin ise süt ürünleri ve diğer gıdalara nazaran daha fazla nitrat içerdiğini vurgulamıştır.

Yapılan bir araştırmaya göre; ortalama nitrat miktarı yeşil yapraklı sebzelerde 444 mg/kg, patatesten 136 mg/kg, diğer sebzelerde ise 182 mg/kg seviyesinde bulunmuş ve buna göre günlük nitrat alımının %29'unun yeşil yapraklı sebzelerden, %27'sinin patatesten, %20'sinin ise diğer sebzelerden kaynaklandığı belirtilmiştir. Sebzelerin az miktarda nitrit içerdiği (Muramoto 1999), yumurta, et ve tahıl ürünleri gibi gıdaların nitrit seviyelerinin yüksek olduğu ve günlük nitrit alımının %29'unu içecek grubunun oluşturduğu tespit edilmiştir (Anonymous 1997b).

Nitrat içerikleri bakımından sebzeler farklılıklar göstermektedir. Sebzeler taze ağırlıklarının içerdiği nitrat bakımından sınıflandırıldığında; 200 mg/kg'dan daha az nitrat içerenler; kuşkonmaz, hindiba, fasulye, bezelye, mantar, patates, tatlı biber, tatlı patates, domates, enginar, 200-500 mg/kg arasında nitrat içerenler; karnabahar, salatalık, havuç, brokoli, 500-1000 mg/kg arasında nitrat içerenler; beyaz ve kırmızı lahana, kıvırcık lahana, dereotu, şalgam, 1000-2500 mg/kg arasında nitrat içerenler; hindiba, rezene, yer lahanası, pırasa, maydanoz, 2500 mg/kg'dan fazla nitrat içerenler;

kereviz, tere, turp, roka, pazı, ıspanak ve marul şeklinde sınıflandırılabilirler (Santamaria 2006).

Başka bir çalışmada; sebzeler dokularında depoladığı nitrat miktarına göre 3 gruba ayrılmıştır: 0-200 mg/kg gibi düşük seviyede nitrat içeren sebzeler olarak domates, hıyar, biber, bezelye, yeşil fasulye, soğan, patates; 200-600 mg/kg gibi orta seviyede nitrat içeren sebzeler olarak kereviz, havuç, lahana, karnabahar, pırasa, patlıcan ve 600-4000 mg/kg gibi yüksek seviyede nitrat içeren sebzeler olarak marul, ıspanak, turp, pancar ve çin lahanasıdır (Tosun vd 2003).

Karaman vd (2000) Tokat bölgesinde yetiştirilen sebzelerde nitrat düzeyinin ıspanakta 910-2360 mg/kg, lahanada 945-1785 mg/kg, pırasada 750-1947 mg/kg ve marulda 1401-2202 mg/kg arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Ximenes *et al.* (2000) sebzelerde nitratın doğal olarak bulunduğunu ve miktarının 1-10000 mg/kg gibi geniş aralıkta olduğunu belirtmiştir. Yaprığı yenen sebzelerden özellikle ıspanak (Heisler *et al.* 1974; Duncan *et al.* 1997; Telniceanu and Parvan 2002; Joy *et al.* 2003; Jaworska 2005a) ve marulun yüksek miktarda nitrat içerdiği (Wolff and Wasserman 1972) ve ıspanakta nitrat miktarının genellikle 1000 ppm olduğu fakat 3000 ppm'e kadar yükselebildiği, marulda ise 6000 ppm'e kadar çıktığı çalışmalar ile belirlenmiştir (Fytianos and Zarogiannis 1999).

Jaworska (2005a) ıspanağın nitrat seviyesinin 449-2804 mgNO₃/kg yaş ağırlık, nitrit seviyesinin ise 0.09-0.77 mgNO₂/kg yaş ağırlık arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Taze sebzeler üzerinde yapılan bir çalışmada, nitrat miktarı lahanada 784 ppm, aysbergde 1100 ppm ve marulda 1400 ppm değerinde bulunmuştur. Nitrit miktarı ise lahanada 0.5 ppm, aysberg ve marulda 0.4 ppm değerinde bulunmuştur (Siciliano *et al.* 1975).

Öztekin vd (2002) yaptıkları çalışmada; nitrat düzeyini ıspanakta 2820 mg/kg, maydanozda 1204 mg/kg ve dereotunda 2243 mg/kg seviyesinde bulmuşlardır.

Sciliano *et al.* (1975) çeşitli marketlerden temin ettikleri taze, dondurulmuş ve konserve edilmiş sebzelerde nitrat ve nitrit miktarını araştırmış ve sebzelerin nitrat miktarlarının literatürde belirtilen değerler arasında olduğunu, nitrit miktarının ise taze sebzelerde 0.2-6 ppm, dondurulmuş sebzelerde 0.4-6.1 ppm ve konserve sebzelerde ise 0.2-0.7 ppm arasında tespit etmişlerdir.

Pennington (1998)'nin bildirdiğine göre; marul, ıspanak, kırmızı pancar, rezene, lahana, maydanoz, havuç, kereviz, patates, salatalık, turp ve pırasa diğer sebzelerle göre daha fazla nitrat içermektedir. Nitrit ise birçok sebze ve meyve de 0 ile 1 mg/kg arasındaki değerlerle az miktarda bulunmaktadır.

Martin and Restani (2003) İtalya'da hindiba ve roka sebzelerinin nitrat miktarını yüksek seviyede tespit etmişlerdir. İnsanların fazla miktarda tükettiği yaprak sebzelerin özellikle çocuklar ve vejetaryanların sağlığı açısından riskli olduğunu vurgulamışlardır.

Nabrzyski and Gajewska (1994) yaptıkları çalışmada; en fazla nitrat seviyesini marul, donmuş ıspanak, rezene, kırmızı turp ve maydanoz sebzelerinde tespit etmişler ve marulda 3500 ppm potasyum nitrata ulaşıldığını bildirmişlerdir. Ayrıca oda sıcaklığında depolanan havuç suyunda nitrit miktarının 0.1 mg/kg'dan 83 mg/kg'a yükseldiğini, nitratın ise 262 mg/kg'dan 46 mg/kg'a düştüğünü belirtmişlerdir.

Kavak vd (2003) baş salatada (*Lactuca sativa var. capitata*) nitrat miktarını 284-1316 ppm; nitrit miktarını ise 0,91-2,74 ppm arasında belirlemişlerdir. Elde ettikleri nitrat ve nitrit değerlerinin insan sağlığı için izin verilen sınırlar arasında yer aldığını vurgulamışlardır.

Nitritin sebzelerdeki miktarı nitrata kıyasla düşük bulunmuştur. Nitrit, taze hasar görmemiş bitki dokularında genellikle düşüktür. Bitkide nitrit miktarlarında artış

endojen nitrit redüktaz enzim aktivitesindeki azalma veya mikrobiyal nitratin nitrite indirgenmesiyle açıklanabilmektedir (Heisler *et al.* 1974; Walker 1975).

Oruç ve Ceylan (2001) nitrat miktarını rokada 104 ppm, marulda 70,57 ppm, taze ıspanakta 61 ppm, brokolide 12,2 ppm, beyaz lahanada 11 ppm ve pırasada ortalama 3 ppm olarak bulmuşlardır. İnceledikleri sebzelerin nitrat ve nitrit konsantrasyonlarının insan ve hayvan sağlığı açısından bir risk oluşturmadığını vurgulamışlardır.

Tosun vd (2003) Samsun ve yöresinde yetişen yabani bitkilerin nitrat içeriğinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada; 20 çeşit yabani bitkide nitrat içeriğini 32,10-8923,50 mg/kg arasında bulmuşlardır. En yüksek nitrat miktarını kazayağında (*Falcaria vulgaris Bernh.*), en düşük ise kırçanda (*Smilax excelsa L.*) tespit etmişlerdir.

Artık vd (2002) Ankara ve çevresinde yetişen taze sebzelerin nitrat içeriğinin 0-3019 mg/kg arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Nitrat miktarını rokada 3019 mg/kg, pazıda 2622 mg/kg seviyesinde bulmuşlardır.

Ayaz vd (2007) yaptıkları çalışmada; nitrat miktarını maydanozda 1513,36 mg/kg, ıspanakta 1456,04 mg/kg, kıvırcıkta 1042,81 mg/kg, marulda 914,22 mg/kg ve aysbergde 623,38 mg/kg seviyesinde belirlemişlerdir. Nitrit miktarını ise ıspanakta 2,31 mg/kg, maydanozda 1,78 mg/kg, kıvırcıkda 0,98 mg/kg, aysbergde 0,92 mg/kg ve marulda 0,84 mg/kg seviyesinde tespit etmişlerdir. Araştırma sonucunda ıspanak ve marulda tespit ettikleri nitrat miktarlarının, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde belirlenen değerlerin altında olduğunu vurgulamışlardır.

Ekşi (2005) çeşitli sebzeler üzerinde yaptığı çalışmada tere otunda nitrat seviyesini 780 mg/kg ile diğer sebzelerden daha yüksek olarak tespit etmiştir. Yeşil yapraklı sebzelerin köklü sebzeler ve meyvelere nazaran daha fazla nitrat içerdiğini belirtmiştir.

Tosun ve Üstün (2004) Samsun'nun Çarşamba ve Bafra ilçelerinde seralarda yetiştirilen marul örneklerinin nitrat içeriklerini belirlemiş ve buldukları nitrat değerlerini

literatürde belirtilen değerlerle karşılaştırılmışlardır. Çarşamba ilçesindeki seralarda yetiştirilen marullardaki nitrat içeriği ortalama 2597 mg/kg, Bafra ilçesindeki seralarda yetiştirilen marullardaki nitrat içeriği ortalama 2190 mg/kg olarak bulunmuştur. Bulunan değerler literatürle karşılaştırılmış ve literatüre nazaran daha yüksek değerlerin bulunduğunu vurgulamışlardır. Bu farkın ortaya çıkmasında ürün farklılığı, gübrelerin kullanımı, sıcaklık ve ışık gibi çevresel faktörlerin etkili olduğunu, yüksek sıcaklık ve düşük ışık şiddeti ile sebzelerdeki nitrat içeriğinin arttığını belirtmişlerdir.

Fytianos ve Zarogiannis (1999) Yunanistan'daki süper marketlerde satılan taze sebzelerde nitrat içeriğini araştırmışlar ve en yüksek nitrat içeriğini ıspanakta tespit etmişler ve sebze tüketiminin fazla olduğu Yunanistan'da ıspanak, lahana ve kereviz gibi nitrat içeriği yüksek sebzelerin periyodik olarak nitrat analizlerinin yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Chung *et al.* (2003) Kore'de yaptıkları çalışmada, yaz ve kış mevsimlerinde hasat edilen sebzelerin nitrat seviyeleri bakımından çok önemli farklılıkların olmadığını, ıspanak (4259 mg/kg) ve marulun (2430 mg/kg) fazla miktarda nitrat içerdiğini bulmuşlardır. Çalışmalarında analiz yaptıkları sebzelerin nitrat seviyesinin 1-10000 mg/kg aralığında değiştiğini belirtmişlerdir. Sebzelerin nitrit içeriğinin ise ortalama 0,6 mg/kg olduğunu ve sebzeler arasında nitrit bakımından farklılık bulunmadığını tespit etmişlerdir.

Wawrzyniak *et al.* (1993) hastanede yatan 4-12 yaş grubu çocuklara verilen sebzeleri sonbahar, kış, ilkbahar olmak üzere üç mevsimde incelemişler ve üç mevsimde de en yüksek nitrat içeriğini marulda belirlemişlerdir. Bunu maydanoz ve şekerpancarının izlediğini ayrıca patatesten nitrat miktarını sonbaharda, havuç ve kerevizde kışın, şekerpancarında ise ilkbaharda daha yüksek bulunduğunu belirtmişlerdir.

Bitkilerde nitrat miktarı; bitkinin türü, genetik yapısı, yaşı, kısımları, çevre faktörlerine ve uygulanan tarımsal işlem şekline göre farklılık göstermektedir. Bitki türleri arasında olduğu kadar bitkinin kök, gövde, yaprak, meyve ve tohumlarında bulunan nitrat içeriği de değişebilmektedir (Barker *et al.* 1971; Maynard 1978; Miedzobrodzka *et al.* 1993;

Fytianos and Zarogiannis 1999; Santamaria 2006). Yaprak sapı ve gövdede nitrat miktarı yüksek düzeyde, yaprak ve kökte orta düzeyde, meyve ve çiçeklerde ise çok düşük düzeylerde bulunmaktadır (Walker 1975; Yang 1992; Muramoto 1999; Amr and Hadidi 2001; Santamaria 2006; Cemek vd 2007).

Kuraklık, ışık yoğunluğunun azalması, bitki dokusunun zarar görmesi, azotlu gübrenin fazla kullanımı gibi faktörler bitkilerde nitrat birikimini artırmaktadır (Wolff and Wasserman 1972; Blom-Zandstra 1989; Aydınalp 1993; Duncan *et al.* 1997; Anonymous 1997a; Ximenes *et al.* 2000; Oruç ve Ceylan 2001; Tosun ve Üstün 2004; Jaworska 2005a; Santamaria 2006). Proteinlerin oluşumunda önemli rol üstlenen fosfor, potasyum ve kükürt ise bitkide nitrat birikiminin azalmasına neden olmaktadır (Brown *et al.* 1993).

Seralarda yetiştirilen sebzelerde hem gübrelemenin hem de çevre koşullarının etkisi ile bahçe şartlarında yetiştirilen sebzelere nazaran daha fazla nitrat birikmektedir. Ayrıca organik tarım yapılması halinde ise sebzelerde nitrat seviyesinin daha düşük seviyelerde kalması olasıdır. Fazla miktarda ve sıkça sera ürünlerinin tüketilmesi halinde günlük nitrat alımı küçümsenmeyecek düzeye ulaşabilmektedir (Szymczak and Prescha 1999; Tosun ve Üstün 2004; Atılgan vd 2007). Aydınalp (1993) sera şartlarında yetiştirilen ürünlerde ışık yoğunluğunun düşük, toprak neminin az ve sıcaklığın yüksek oluşu ile artan seviyede potasyum nitratlı gübre uygulamasının nitrat birikimini arttırdığını belirtmiştir.

Karaman vd (2000) sebze yetiştiriciliği yapılan alanlarda toprak tekstürü ile sebzenin nitrat içeriği arasında istatistiki olarak önemli bir ilişki bulunmadığını, sebze örnekleme yapıldığı andaki toprağın nitrat içeriği ile sebzenin nitrat içeriği arasında istatistiki olarak önemli ilişkiler olduğunu tespit etmişlerdir. Toprakta azot hareketi ve etkinliğinin sadece toprak tekstürüne bağlı olmadığını sulama, kültivasyon gibi faktörlerden de etkilendiğini vurgulamışlardır.

Sebzelerin nitrat miktarları üzerine farklı toprakların etkileri konusunda yapılan araştırmada; organik madde miktarı az olan kumlu toprakta yetişen marul, havuç ve beyaz lahanada nitrat miktarlarının diğerk topraklarda yetişenlere göre daha az bulunduğu bildirilmektedir (Kara 1993).

Akkurt vd (2002) toprağa atılan azotun %50-70'inin bitkiler tarafından kullanıldığını, %2-20'sinin buharlaşma ile kaybolduğunu, %15-25'inin killi toprakta bulunan organikler ile birleştiğini ve geri kalan %2-10'luk kısmının ise yüzey ve yeraltı sularına karıştığını ifade etmektedir.

Zengin (1997) bitkide nitrat birikiminin mevsim, toprak tekstürü, gübre çeşidi ve gübre dozlarından etkilendiğini, ıspanakta nitrat miktarının artışına kış mevsiminin, killi tın toprağın, üre gübresinin ve gübre dozu olarak da 60 kg N/da dozun etkili olduğunu belirtmiştir. 20 kg/da ve üzerindeki gübre dozları ile taze sebzeler için izin verilen nitrat sınır değerleri aşılmıştır.

Bitkilerin büyüme ve gelişiminde önemli olan azot, bitkilerde nitrat depolanması üzerine etki eden önemli bir faktördür. Özellikle yaprağı yenen sebzelerden ıspanak, marul, maydanoz gibi sebzeler ile kırmızı pancar, turp, havuç, patates gibi sebzeler fazla miktarda nitrat depolama özelliği gösterdiğinden bu sebzelerin yetiştirilmesinde hektara verilecek azotlu gübre miktarına bazı faktörler göz önünde tutularak dikkat edilmelidir (Lyons *et al.* 1992; McKnight *et al.* 1999; Addiscott 2006; Bellitürk 2007).

nsal (1984) azotlu gübre formlarının toplam verime (sap ve yaprak) etkisini %1 düzeyinde önemli bulmuş, azotlu gübrelerden amonyum nitratın, üre ve amonyum sülfata göre daha fazla verim sağladığını tespit etmiştir. Güneş (1994) Ankara şartlarında yetişen ıspanakta kalsiyum amonyum nitratlı gübrenin, üreye göre ıspanağın nitrat içeriğinde daha fazla artışa sebep olduğunu belirlemiştir.

Avrupa lkelerinde yapılan çoğu çalışmada, organik yetiştirilen sebzelerin nitrat içeriğinin, kimyasal gübre kullanılarak yetiştirilen sebzelerden daha düşük olduğu

belirlenmiştir. Azotlu gübreler yerine yeşil ve çiftlik gübresinin kullanılmasının lahana ve kabakta nitrat birikimini %25-75 oranında azalttığı bulunmuştur (Muramoto 1999). Karaman vd (2000) sebzelerin nitrat içeriğinin, yöresel azotlu gübre uygulamalarından özellikle nitrat formunda azotlu gübre uygulaması ile artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Greenwood and Hunt (1986) sebzelerde azot dozuna bağlı olarak verim artışının söz konusu olduğunu ve köklerinde nitrat biriktiren sebzelerde (pırasa, şeker pancarı, havuç ve soğan) azot dozlarının nitrat birikimine pek etkisinin olmadığını, ancak yapraklı sebze türlerinde (marul, ıspanak ve lahana) azot dozu arttıkça bitkilerin nitrat içeriğinin arttığını belirtmişlerdir. En fazla nitrat birikimini ise yazlık lahana da tespit etmişlerdir.

Cantliffe (1973) artan miktardaki azotlu gübrenin bitkinin azot içeriğini arttırdığını, artan fosforlu gübrenin ise herhangi bir etkisini olmadığını belirtmiştir. Azotlu gübre uygulamalarında hem pancar hem de ıspanak yapraklarının P ve K içeriğini düşük bulmuştur.

Öndeş (1989) yaptığı çalışmada, artan dozlarda azot uygulaması ile ürün miktarı ve bitkilerin nitrat içeriğinin arttığını vurgulamıştır. Topçuoğlu (1989) toprağa artan miktarda verilen azotlu ve fosforlu gübrenin etkisini incelemiş ve ıspanağın yetiştirilmesinde artan miktarda uygulanan azotlu gübrenin bitkinin azot içeriğini arttırdığını, artan fosforlu gübrenin ise herhangi bir etkisinin olmadığını tespit etmiştir. Aydınalp (1993) farklı düzeylerde nitrat ile beslenen kıvırcık salatanın (*Lactuca sativa*) nitrat içeriğini belirlemiş ve besin çözeltisindeki nitrat konsantrasyonunun artması ile kıvırcık salata çeşidinde nitrat içeriğinin de önemli düzeyde artış gösterdiğini tespit etmiştir.

Aksoy vd (1999) patates yumrularında belirledikleri nitrat düzeylerinin kabul edilen nitrat tolerans limiti olan 300 mg/kg'ı geçmediğini, nitrat düzeyi bakımından çeşit ve gübre dozları arasındaki farklılıkların da önemli olduğunu tespit etmişlerdir.

Turan (2002) farklı azotlu gübrelerin Erzurum ve yöresinde yetiştirilen beyaz lahananın (*Brassica oleracea var. capitata*) nitrat birikimine etkisini incelemiş ve en fazla nitrat birikimine potasyum nitrat gübresinin, en düşük birikimine ise çiftlik gübre uygulamasının sebep olduğunu belirlemiştir.

Atılğan vd (2007) Antalya yöresindeki seralarda kimyasal ve organik gübre kullanım düzeylerini araştırmışlar ve eğitim düzeyinin artması ile kimyasal ilaç ve gübre kullanımının azaldığını, üreticilerin %61'nin Avrupa Birliği ülkelerinde kullanılan gübre miktarı ile paralel düzeyde gübre kullandıklarını belirlemişlerdir. Fazla miktarda organik ve kimyasal gübre kullanımının toprak ve su kaynakları için çevresel kirleticiler potansiyel faktörler olduğunu vurgulamışlardır.

Zabunoğlu ve Karaçal (1980) marulun nitrat içeriğinin, ıspanağın yapraklarına oranla daha fazla, sapına oranla daha az miktarda olduğunu ayrıca ıspanak saplarının yapraklara oranla önemli miktarda fazla nitrat içerdiğini bulmuşlardır. Yapılan çeşitli araştırmalarda bu bulgunun doğrulandığını ve sap kısmındaki nitrat miktarının yaprağa oranla 2-4 kat daha fazla bulunduğunu belirtmişlerdir.

Muramoto (1999) bütün halindeki ıspanakta nitrat miktarını 2170 mg/kg, yaprak kısmında 1420 mg/kg, yaprak sapında ise 3400 mg/kg düzeyinde bulmuştur. Zengin (1997), kışlık ıspanakların yaprak kısmında ortalama nitrat miktarını 511,11 mg/kg olarak yazlık ıspanaklarınkinden (470,32 mg/kg) daha yüksek belirlemiştir. Santamaria *et al.* (1999) yaptıkları çalışmada; maydanoz ve ıspanağın gövdesindeki nitrat miktarını yaprak kısmına nispeten daha yüksek bulmuşlardır.

Bitkideki nitrat birikimi bitki aksamalarında da farklılık göstermektedir. Genel olarak bitkinin kök ve gövdesinde yaprağa kıyasla daha fazla nitrat birikmektedir (Jaworska 2005a; Sulak ve Aydın 2005).

Hava şartları bitkilerin nitrat içeriğini etkileyen önemli bir faktördür. Sıcaklık düşüşüne bağlı olarak bitkinin büyüme ve gelişimi aksamakta ve protein sentezi azalmaktadır. Alınan azotun büyük bir kısmı ise nitrat olarak bitki bünyesinde birikmektedir (Sulak ve Aydın 2005). Yağmur periyodu süresince yıkama ile nitrat kaybı olabilmektedir. Havada nitrat $0.1-0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ miktarında bulunmakta ve hava kirliliği sorunu olan bölgelerde ise $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ miktarına kadar çıkabilmektedir (Anonymous 2002b).

Jaworska (2005a) yaptığı çalışmada, haziran ayında hasat edilen sebzelerde nitrit miktarının en düşük seviyeye, nitrat miktarının ise en yüksek seviyeye ulaştığını, eylül ayında hasat edilen sebzelerde ise nitrat miktarının en yüksek seviyeye, nitrit miktarının en düşük seviyeye ulaştığını tespit etmiştir.

Santamaria *et al.* (1999) yaptıkları çalışmada, kışın yetiştirilen sebzelerin nitrat içeriğinin yaza oranla daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Ispanakta sonbahar ve kış aylarında nitrat miktarı $2580 \text{ mg}/\text{kg}$ bulunurken, ilkbaharda $1622 \text{ mg}/\text{kg}$ olarak belirlenmiştir. Muramoto (1999) yaptığı çalışmada, kışın yetişen aysbergde nitrat içeriğini $973 \text{ mg}/\text{kg}$, ıspanakta $2010 \text{ mg}/\text{kg}$ iken, yaz ayında yetişen aysbergde nitrat içeriği $641 \text{ mg}/\text{kg}$ iken ıspanakta $2330 \text{ mg}/\text{kg}$ olarak bulmuştur.

Bitkilerde nitrat düzeyini artıran diğer bir faktör de su stresidir. Gelişimi normal süreçlerde devam eden bitkide nitrat birikimi görülmez. Kuraklık ve nitrat birikimi arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Normal büyüme ve gelişme için gerekli suyu alamayan bitkide nitrat birikir. Suyun yetersizliği nedeniyle bitkilerde nitritin amonyağa dönüşümü azalarak protein sentezi engellenir (Sulak ve Aydın 2005).

Filizlerde nitrat asimilasyonu için güneş ışığı gerekli olduğu için, öğleden sonra nitrat miktarı sabaha nazaran daha düşük bulunmuştur. Bu nedenle günün erken saatlerinde hasat edilen bitkilerin nitrat içeriğinin günün sonunda hasat edilenden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sebzelerde uygun hasat programı ile nitrat miktarının azalabileceği sonucuna varılmıştır (Muramoto 1999).

Olgun tohumlarda nitrat önemli miktarlarda bulunmaz. Genç bitkiler aynı tür içinde bulunan olgun bitkilerden daha fazla nitrat içermektedir. Bu nedenle olgunlaşmadan hasat etme nitrat birikimine neden olmaktadır (Brown *et al.* 1993). Serada yetiştirilen marullar üzerinde yapılan çalışmanın sonucunda ilk hasat zamanında nitrat düzeyi, üçüncü hasat edilene göre daha yüksek bulunmuştur (Richardson and Hardgrave 1992).

Türkoğlu (1999) hasat zamanının gecikmesinin ıspanakta nitrat içeriğini azalttığını, günün geç saatinde hasat edilen bitkilerin nitrat içeriğinde %35 oranında azalma olduğunu, ayrıca yaprak sapının nitrat içeriğinin yaşlı yapraklardan yaklaşık olarak 2-3 kat, genç yapraklardan ise 4-5 kat daha fazla olduğunu belirtmiştir. Hasat edilen taze bitkilerde ise ölçülebilir düzeyde nitrite rastlamamıştır.

Bitkide nitrit oluşumu ışık ve oksijen gibi faktörlerden etkilendiğinden, sebzelerin hasat edilmesinden depolanmasına kadar geçen süre içinde nitrat ve nitrit içeriği bakımından pek çok değişimlerin olması söz konusudur. Bu nedenlerle aynı işlem uygulanmış bitkilerin kendi aralarında bile nitrat ve nitrit içeriği bakımından farklılıklar görülebilmektedir (Güneş 1994). Bitkinin yetiştirildiği toprakta mangan, bakır ve molibden eksikliğinde ise nitrat akümüasyonu artmaktadır. Bitkideki nitrat içeriği, nitrat redüktaz enzim aktivitesi tarafından kontrol edilmektedir. Bu enzimin işlevini yerine getirmesi için molibden kofaktörü gereklidir. Yapılan çalışmalarda, bitkilerdeki nitrat düzeyinin molibden yetersizliği olan bölgelerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Sikora and Cieslik 1999).

Gıda teknolojisinde önemli problemlerden biri de toksik bileşikler ile vitaminlerin etkileşimidir. C vitamini miktarı ortalama 170 mg/kg olan sebzelerde nitrat miktarı düşük olarak tespit edilmiştir (Santamaria 2006). Ayrıca bazı sebzelerin nitrit konsantrasyonunun yüksek olması C vitamini üzerinde olumsuz etki yaparak kayıplara neden olmaktadır. Askorbik asit özellikle nötral sulu ortamlarda nitrit ile reaksiyona girerek dehidro askorbik aside dönüşmektedir. Eğer çözeltinin asitliği fazla ve nitrit konsantrasyonu 0.05 M veya daha yüksek ise sebzelerde bulunan C vitamininin kayba uğraması söz konusudur (Myshkin *et al.* 1996).

Mozafar (1993) azotlu gübre uygulamasının artışı ile bitkilerin C vitamini içeriğinde azalma olduğunu bildirmiş ve yaptığı çalışmada domates ve patateslerde artan miktarlarda azotlu gübreleme ile C vitamini içeriğinin azaldığını tespit etmiştir. Lutsoia *et al.* (1980) pancar ve lahana sebzelerinin yetiştirilmesi sırasında fazla azotlu gübre uygulaması ile sebzelerin nitrat birikiminin C vitamini birikimine nazaran daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Poulsen *et al.* (1995) kıvırcıklara artan dozlarda azot uyguladıkça kurumadde, şeker ve C vitamini içeriğinde azalma, nitrat içeriğinde ise artış tespit etmişlerdir. Walter (1991) taze sebzelerin askorbat/nitrat oranlarını araştırmış ve pancar, kereviz ve hindibada 0.02; turpta 0.05; ıspanakta 0.10; kuşkonmazda 3.5; tatlı biberde ise 3.7 olarak belirlemiştir. Nitrat bakımından zengin sebzelerin askorbat içeriğinin yeterli olması durumunda nitrattan nitrit oluşumunun engellendiğini ve bitkisel veya bakteriyel enzimlerin nitrozlayıcı etkisinin azaldığını vurgulamıştır.

Sebzelerin nitrat miktarı, yetiştirme şartları, gübreleme, hasat zamanı, ışık, sıcaklık gibi faktörlerden etkilendiği gibi saklama koşulları, pişirme ve dondurarak muhafazaya bağlı olarak da değişebilmektedir.

Gıdaların nitrat içeriğinin yüksek olması depolanma ve işlenme sırasında nitratin nitrite dönüşmesinde büyük bir tehlikedir (Phillips 1968). Lin and Yen (1980) hasat edilen sebzelerin -10°C veya 2°C sıcaklıkta birkaç gün muhafaza edilmesi sırasında nitrat ve nitrit konsantrasyonlarının çok az değiştiğini ancak 26°C veya 32°C sıcaklıkta bekletilen sebzelerin nitrat konsantrasyonunun gittikçe azaldığını, nitrit seviyesinin ise arttığını tespit etmişlerdir.

Taze ve işlenmiş sebzelerde nitrat konsantrasyonu depolama sırasında azalabilmekte veya değişmeden kalabilmektedir. Nitrat düzeyinin azalmasının yanı sıra nitrit düzeylerinde de bir artış meydana gelebilir. Oda sıcaklığında depolama sırasında bakteriyel etki nedeniyle nitrat nitrite dönüşebilir. Soğutma ve dondurma bakteriyel gelişimi ve dolayısıyla dönüşümü azaltır. Doğal bitki enzimleri de depolanmış gıdalarda bir miktar nitrit birikimine yol açabilir (Aksoy vd 1999).

Nitrat çözünebilir özellikte olduğundan kolaylıkla pişirme suyuna geçtiği için sebzelerin nitrat ve nitrit içeriği, hazırlama ve pişirme aşamalarında da değişebilmektedir. Genellikle pişirilmiş sebzelerde nitrat azalma eğilimi göstermektedir (Mendicoa *et al.* 1997; Pennington 1998; McKnight *et al.* 1999; Amr and Hadidi 2001; Jaworska 2005b). Pişirme sırasında sebzelerdeki nitratın pişirme suyuna geçiş miktarını pişirmede kullanılan su miktarı ve pişirme süresi etkilemektedir. Taze sebzeler pişirildiği zaman nitrat içeriklerinin ortalama %14-79 oranında azaldığı belirlenmiştir (Bednar *et al.* 1991).

Soğukta muhafaza, dondurarak muhafaza, konserve ederek veya kurutarak muhafazada genellikle uygulanan ön işlem haşlama işlemidir (Cemeroğlu 2007). Sebzelerde haşlama işleminin yapılması nitrat konsantrasyonunun azaltılması için uygun bir yöntemdir. Nitrat gibi iyonik bileşikler 57°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda suya geçmektedir. Daha düşük sıcaklıklarda ise hücre membranlarının geçirgenliği bu bileşiklerin suya geçişini azaltmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda ise (80-90°C) geçiş artmaktadır (Gaiser *et al.* 1997).

Sistrunk (1980) yaptığı çalışmada, suda haşlama işleminin buhar ile haşlama işlemine göre daha fazla askorbik asit, riboflavin ve nitrat kaybına sebep olduğunu belirlemiştir. Lisiewska and Kmiecik (1997) haşlama işlemi ile maydanozun nitrat miktarında %22-33, nitrit miktarında ise %43-55 oranında azalma tespit etmişlerdir. Kmiecik and Lisiewska (1999) taze soğanda ön haşlama işlemi ile nitrat miktarında %26 oranında azalma belirlerken nitrit miktarının 3 katına çıktığını tespit etmişlerdir.

Peksa *et al.* (2006) patates cipsi yapımı sırasında soyma, yıkama ve kızartma işlemlerinin nitrat düzeyini azalttığını ve patates cipsinin nitrat miktarının taze patateslerin nitrat seviyesinin %8-11'i kadar olduğunu belirlemişlerdir.

Markowska *et al.* (1995a) sebzelerin haşlanması ile nitrat miktarının %50 oranında azalabileceğini, nitrit miktarının ise tamamen yok olabileceğini belirtmişlerdir. Fletcher *et al.* (1987) pişirme süresinin sebzedeki nitrat seviyesini etkilediğini ve özellikle

pişirme süresinin artışı ile bitki dokusundaki nitratın haşlama suyuna geçerek, miktarının azaldığını belirtmişlerdir.

Aktaş vd (1993) yaptıkları çalışmada; farklı pişirme yöntemlerinin ıspanağın nitrat içeriğinde azalmaya neden olduğunu ve pişirme sonucu en düşük nitrat içeriğinin çok su ile pişirme ile elde edildiğini, bunu sırasıyla az su ve susuz pişirme yöntemlerinin izlediğini belirtmişlerdir. Ayrıca ıspanağın nitrit içeriğinin pişirme yöntemlerinden önemli derecede etkilenmediğini tespit etmişlerdir.

Kmiecik *et al.* (2004) yaptıkları çalışmada, dereotunda bulunan nitrat ve nitrit içeriğinin haşlama ile azaldığını, soğukta ve dondurarak muhafazadan etkilenmediğini belirtmişlerdir.

Olgunlaşmış patates bitkisinin yumruları 0-120 mg/kg, olgunlaşmamış bitkinin yumruları ise 120-150 mg/kg seviyesinde nitrat içermektedir. Patates yumrularındaki nitratın yaklaşık %80'i kabuğun soyulması ve pişirilmesi ile kaybolmaktadır. Bu yüzden insan sağlığı açısından pişirilmiş patates yumrularındaki nitrat miktarının ölçülmesi, çiğ olarak ölçülmesinden daha yararlıdır. Hayvanlar için çiğ patates yumrularındaki nitrat ve nitrit miktarlarının ölçülmesi önemlidir (Aksoy vd 1999).

Çakıroğlu (1995) sera domatesi ve çarliston biberinin nitrat içeriğine, soğutucuda bekletmenin, haşlama yönteminin ve yağda kızartma yöntemi ile pişirmenin etkisini araştırmış ve hem pişirilmeden hem de iki farklı yöntemle pişirildikten sonra bekletme ile domates ve çarliston biberinin nitrat içeriğinde artma, nitrit içeriğinde ise azalma tespit etmiştir. Pişirme ile hem domates hem de çarliston biberinde pişmemişlere nazaran nitrat içeriklerinde azalma belirlemiştir. Nitrit içeriği ise domateslerde haşlama yöntemi ile pişirilenlerde pişmemiş ve kızartma yöntemi ile pişirilenlere göre daha yüksek bulunmuştur. Çarliston biberlerinde iki farklı yöntemle, pişirme sonucunda nitrit içeriğinin pişmemişlere göre fazla olduğunu bulmuştur.

Bosch *et al.* (1995) ıspanakların dondurularak saklanması ile nitrit düzeyinin değişmeden kaldığını, fakat pişirilerek buzdolabında bekletilmesiyle nitrit düzeylerinin arttığını tespit etmişlerdir. Bu nedenle pişmiş sebzelerin buzdolabında 3 günden daha fazla bekletilmemesini önermişlerdir. Petersen and Stoltze (1999) Danimarka’da satılan ıspanak örnekleri üzerinde yaptıkları çalışmada taze ıspanağın dondurulmasıyla nitrat ve nitrit içeriğinin azaldığını belirlemişlerdir. Lee *et al.* (1971) ise dondurulmuş ıspanak ve ıspanak püresinin 6 ay buzdolabında muhafazası ile nitrat ve nitrit miktarlarında önemli bir değişiklik belirleyememişlerdir.

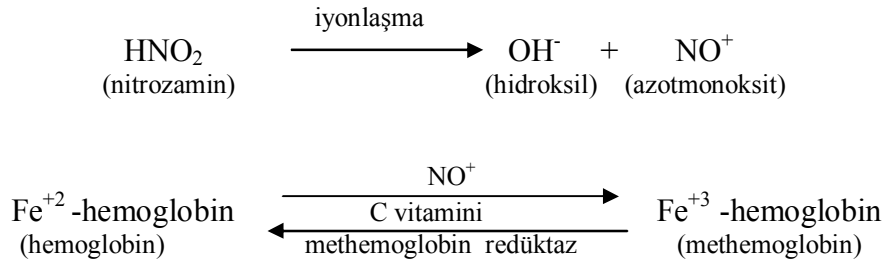
Topçu (2003) ıspanağa buzdolabı şartlarında bekletme, pişirme ve dondurma gibi teknolojik işlemler uygulamış ve işlemlerin sebzelerdeki nitrat ve nitrit içeriğine etkisini incelemiştir. Nitratın suda çözünen bir bileşik olması nedeniyle yıkama ile nitrat miktarının bir miktar azaldığını, susuz pişirme ile nitrat miktarının arttığını, suda pişirme ile azaldığını, susuz pişirme ve suda pişirme ile nitrit miktarlarının azaldığını, buzdolabında açık ve kapalı ortamlarda bekletme ile kuru ağırlıktaki nitrat miktarları arasında önemli bir farklılığın olmadığını, fakat açık ortamda bekletilen ıspanakların nitrit içeriğinin azaldığını ve sebzelerin nitrat ve nitrit içeriğinin dondurarak depolama süresince değişmediğini vurgulamıştır.

Mendicoa *et al.* (1997) dondurdukları brokolilerde nitrat seviyesinin arttığını ve bunu işleme suyundaki nitratın yüksek miktarda oluşuna bağlamışlardır. Ayrıca nitrit seviyesinin pişirme veya dondurma işleminden çok az düzeyde etkilendiğini vurgulamışlardır.

Nitrat okside edici bir ajandır. Ispanak, havuç, patates gibi sebzeler fazla miktarda nitrat içermeleri ve asidik sebzeler olmaları nedeniyle konserveye işlendiklerinde, nitrat kutu iç yüzeyindeki kalayı hızlı bir şekilde çözündürerek, ürünün raf ömrünün kısalmasına neden olmaktadır. Aşınma (korozyon) aşaması karmaşık olup, ürünün okzalit içeriği ve pH’sını da etkilemektedir (Lambeth *et al.* 1969; Cemeroğlu ve Acar 1986).

Fazla miktarda nitrat ve nitrit içeren gıdalar tüketiciler açısından akut ve kronik zehirlenme riski taşımaktadır (Şanlı ve Kaya 1988; Bayraktar vd 1998; Kaplan vd 1999; Durmaz 2007; Ekici vd 2008). Yapılan çalışmalar gıdayla alınan nitratin methemoglobinemi ve karsinojenik nitrozamin oluşumuna neden olduğunu göstermiştir (Heisler *et al.* 1973; Duncan *et al.* 1997; Cassens 1998; Kirovska-Cigulevska 2002; Okafor and Ogbonna 2003; Okafor and Nwogbo 2005; Greer and Shannon 2005).

Nitrat ve nitrit birbiriyle kimyasal ve toksikolojik olarak bağlantılı olan bileşiklerdir. İnsan sağlığı açısından nitrat ve metabolitlerinin etkileri yenidoğan döneminde ve yetişkinlerde görülen etkiler şeklinde iki grupta incelenebilir. Yenidoğan döneminde görülen etkiler methemoglobinemi ve gıdalarla alınan nitrat ve nitritin meydana getirebileceği kanserdir. Diyetle alınan nitrat ve nitrit miktarının azaltılması konusunda gerekli teknolojik çalışmalar yapılmalı ve gıdalara endojen nitrozasyonunu inhibe eden C vitamini (askorbik asit) veya alfa - tokoferol gibi antioksidan bileşikler eklenmelidir (Duncan *et al.* 1997; Joy *et al.* 2003; Topçu 2003; Erman 2007). Nitrat ve C vitamini arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir (Zengin 1997).

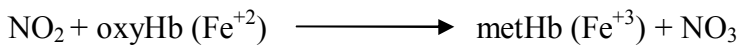


Vücuda çeşitli gıdalarla alınan nitrat ağız ve midede parçalanmazsa, ince bağırsağa kadar gelir ve burada alındığı gıdaya bağlı olarak farklı oranlarda emilir. Katı gıdalarla alınan nitrat bağırsaklardan %70-90 oranında emilirken, sıvı içeceklerde bu oran %90-100 seviyesine kadar çıkmaktadır. Vücuda alınan nitrat böbrekler üzerinden %80, tükürükte %6-30 ve dışkı ile %1-2 oranında atılmaktadır. Tükürükte bulunan nitratin yaklaşık %25'i ağız boşluğunda bakterilerce nitrite indirgenmektedir. İçme sularında 50 mg/L nitrat bulunması durumunda tükürükte nitrit miktarı 5.5 mg/L olarak

belirlenmiştir (Gökalp vd 1987; Alçıçek ve Başlar 1995; Loon *et al.* 1997; Türkdoğan *et al.* 2003; Addiscott 2006).

Nitrat mide ve bağırsaklarda nitrite dönüşmektedir. Özellikle 4 aylık ve daha küçük yenidoğanlarda midede asidite az olduğundan nitrat buradaki mikroorganizmalar tarafından indirgenerek nitrite çevrilmektedir (Phillips 1968; Wolff and Wasserman 1972; Türkdoğan *et al.* 2003; Greer and Shannon 2005).

İnsanlarda nitratın bilinen en yaygın toksik etkisi yenidoğanlarda meydana getirdiği methemoglobinemidir. Yetişkinlerde nitrat alımına bağlı methemoglobin gelişimine rastlanmamıştır. Yaşamın ilk üç ayında gastrik asit salgısı yetersiz olduğundan mide pH'sı alkalidir ve bakteriler burada üreyebilirler (McKnight *et al.* 1999; Okafor and Nwogbo 2005; Greer and Shannon 2005). Nitrat içeren gıdalar tüketildiğinde nitratın bir kısmı sindirim kanalından doğrudan emilirken, diğer kısmı mikrobiyal kaynaklı enzimlerin etkisiyle amonyağa kadar (nitrat - nitrit - diazot oksit - hidroksilamin - amonyak) indirgenir. Amonyak üreye dönüşerek atılır. Ancak alınan nitrat miktarı kapasitenin üstünde olduğunda, tümü amonyağa indirgenemeyeceği için biriken nitrit iyonu yoğunluğu giderek yükselir; nitrata nazaran 5-10 kez daha zehirli olan nitrit iyonu sindirim kanalından hızla emilir. Dolaşıma giren nitrit iyonu alyuvarları ve damar düz kaslarını doğrudan etkiler; alyuvarlara giden nitrit iyonu klor iyonu ile yer değiştirir. Nitrit iyonu, alyuvarlarda hemoglobini (Hb) methemoglobine (mHb) yükseltir. Bilindiği gibi mHb'nin O₂ ve CO₂ ile bağlanma yeteneği yoktur. Normal koşullarda, kanda Hb ile mHb arasında bir denge vardır.



Kan mHb düzeyi Hb'nin %5-10'u arasında bir düzeye ulaştığında dudaklarda ve tırnak yataklarında ilk siyanoz belirtileri görülür; durum mHb oluştukça kötüleşir. Nitrit iyonunun damar düz kaslarını doğrudan etkileyerek oluşturduğu genişleme sonucu sistemik arteriyel kan basıncında düşme ve kan perfüzyonunda azalma mHb'nin etkilerinin kötüleşmesine neden olur. Kan basıncındaki düşme dolaşım yetmezliği

sonucu gelişen şok ölüme yol açabilecek şiddette olabilmektedir. Yetişkinlerde kanda bulunan diaforaz enzim sistemi sayesinde oluşan methemoglobin birkaç saat içinde tekrar hemoglobine dönüşür (Wolff and Wasserman 1972; Çopur 1995; Duncan *et al.* 1997; Pinho *et al.* 1998; Zatar *et al.* 1999; Beyhun ve Güler 2002; Kirovska-Cigulevska 2002; Anonymous 2003; Okafor and Ogbonna 2003; Joy *et al.* 2003; Okafor and Nwogbo 2005; Greer and Shannon 2005; Ekşi 2005; Santamaria 2006; Cemek vd 2007; Ekici vd 2008).

Methemoglobineminin en belirgin septomu özellikle ağız ve göz çevresinde olmak üzere derinin mavimsi bir renk almasıdır. Bu nedenle “Mavi Bebek Sendromu” (Blue Baby Syndrom) olarak adlandırılır (Duncan *et al.* 1997; Santamaria 2006; Cemek vd 2007). Baş ağrısı, baş dönmesi, halsizlik, kusma ve solunum güçlüğü diğer belirtiler arasındadır. Bu durumdaki bebeklere acil müdahale gerekir. Tedavisinde metilen mavisi kullanılır. Hamileler, mide asitliği düşük olan yetişkinler ve methemoglobinden hemoglobine dönüşümü gerçekleştiren enzim aktivitesinde bozukluk olan yetişkinler nitrate bağlı methemoglobinemi riski altındadır (Şanlı ve Kaya 1988; Güler ve Çobanoğlu 1994; Okafor and Nwogbo 2005).

Methemoglobinemi vakaları oldukça nadirdir. Bebekte methemoglobinemiye klinik olarak ilk kez 1945’te rastlanılmıştır. Bu vakada yüksek konsantrasyonda nitrat içeren kuyu suyu içen iki bebekte methemoglobinemi olduğu bildirilmiştir (Duncan *et al.* 1997). Ayrıca Almanya’da 2 ve 3,5 aylık iki bebeğin ıspanak püresi yedikten sonra öldüğü görülmüş ve püresi yapılan ıspanağın 2180 mg/kg seviyesinde nitrit içerdiği tespit edilmiş ve aşırı nitrit miktarının bebeklerin ölümüne neden olduğu bildirilmiştir (Oruç ve Ceylan 2001).

Nitratı nitrite indirgeyen simbiyotik dil bakterileri henüz gelişmediği için bebeklerde nitrat doğrudan aldıkları nitrit kadar riskli değildir. Anne sütüyle beslenen bebeklerin bağırsak florasında *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Bifidobacterium*, ve *Enterococcus* bakterileri bulunur. Emme sırasında bu flora anne sütünde de bulunduğundan aerobik mikroorganizmaların gelişimini engeller. Sonuçta organizmaların hepsi laktik asit

üreten bakteriler olduğu için gastrik pH 4'den aşağı inmiş ve bakteriyel nitrat redüktaz aktivitesi de düşmüştür. Ancak ticari mama ile beslenen bebeklerin bağırsak florasında pütrefaktif organizmalar ve bakteriyel nitrat redüktaz enzim aktivitesi yüksektir. Bu nedenle gastrik pH'nın yükselmesi ile bakteriyel gelişme sonucunda nitrat nitrite dönüşmektedir (Hill 1991; Greer and Shannon 2005). Özellikle ıspanak içeren bebek mamalarının pişirildikten sonra oda sıcaklığında bekletilmesi nitratın nitrite dönüşümünü hızlandırmakta ve bu da bebekler için risk oluşturmaktadır (Wolff and Wasserman 1972).

Joy *et al.* (2003) Nijerya'da hazır bebek mamalarında nitrat miktarının 3.1-3.9 mg NO₃⁻ N/100g, nitrit miktarının ise 5-16 µg NO₂⁻ N/100g arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Evde hazırlanan mamalardan en yüksek nitrat seviyesini tatlı patates ve sebze içerikli bebek mamasında (25.1 mg NO₃⁻ N/100g), nitrit seviyesini ise en yüksek ıspanak püresinde (72 mg NO₂⁻ N/100g) tespit etmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda, bebek mamasının hazırlanmasında kullanılan suyun nitrat seviyesinin yüksek olması methemoglobinemiye neden olabilmektedir. Suyun kaynatılması ile sudaki nitrat konsantrasyonuna hale gelmektedir. Ayrıca yüksek miktarda nitrat içeren peynir altı suyundan üretilen toz ürünlerin bebek gıdası olarak kullanılması da sakıncalıdır. Methemoglobinemiye bebek mamalarından ziyade mamaların çözündürüldüğü sudan gelen nitrat sebep olabilmektedir (Bayraktar vd 1998).

Kanser, kalp ve damar hastalıklarından sonra ölüm sebepleri arasında ikinci sırada yer almaktadır. Kansere neden olan çok çeşitli faktörler bilinse de, çevresel faktörler en önemli kısmını oluşturmaktadır. Sanayileşme, kanserojen ve toksik olduğu bilinen madde kirliliğine yol açmaktadır. Aşırı seviyede gübre kullanımı ve atık sularla tarım alanlarının sulanması gibi nedenlerle bitkilerde ve suda miktarı artmakta olan maddeler çeşitli kanserlere ve hastalıklara neden olmaktadır. Organizmaya giren kanserojenin, kansere yol açabilmesi kanserojenin etki gücüne, organizmanın savunma mekanizmalarının etkili çalışıp çalışmamasına, maruz kalmanın devamlılığı gibi faktörlere bağlıdır.

Ağız yolu ile alınan nitrat ve nitrit, insan ve hayvanlarda belli fizyolojik koşullar altında kimyasal olarak veya bakteriler aracılığıyla nitrozaminlere dönüşür. İnsan midesi, gıdalarla alınan veya midede nitratların indirgenmesiyle oluşan birçok nitrit tuzlarını ve sekonder aminleri içermektedir. Bu maddeler ise nitrozaminlerin yapıtaşlarıdır. Sekonder aminlerle, tersiyer ve kuarterner aminler ve bazı dimetilamino türevleri, benzer koşullarda nitratla reaksiyona girerek, dimetilnitrozamin gibi kronik etkili nitrozaminleri oluştururlar (Gökalp vd 1987).

Taze meyve ve sebze tüketiminin mide kanserine karşı koruyucu bir etki gösterdiği ve kanser riskinde %30-50 oranında bir azalmaya neden olduğu bilinmektedir (Akbayır 2004). Mide kanseri ile ilgili Amerika ve Avrupa'da yapılan vaka ve kontrol çalışmalarında nitrat, nitrit ve nitrozaminlerin bünyeye alımları incelenmiştir (Gonzalez *et al.* 1994; Loon *et al.* 1997; Anonymous 1997a; McKnight *et al.* 1999; Akbayır 2004).

Sigara dumanının içerdiği nitrozaminler sigara tüketen kişilerin kansere yakalanma riskini arttırmaktadır. Günde bir paket sigara içen bir kişi 0,8 mikrogram N-nitrosodimetilamin almakta ve bu ise kanseri tetiklemektedir. Sigara tiryakilerinin maruz kaldığı miktarlar gıdaya göre oldukça yüksektir. Örneğin kür edilmiş bir et ürünü ile 0.17 mg/kg nitrozamin bünyeye alınırken, sigara ile 17 mg/kg düzeyde maruz kalınmaktadır (Wolff and Wasserman 1972; Aydın ve Aydın 2005).

Vejeteryanlar diğer insanlara göre daha fazla sebze tükettiği için, diyetle aldıkları nitrat miktarı da yüksektir. Diyetle ortalama nitrat alımı vejeteryanlarda 185-194 mg/gün olarak belirlenmiştir (Duncan *et al.* 1997; McKnight *et al.* 1999; Martin and Restani 2003). Belirlenen bu değer ise günlük alınabilir nitrat miktarının altında kalmaktadır.

Nitrat ve nitrit A vitamini ve iyot metabolizmasını etkilemektedir. Nitrat; hayvanlarda karotenin A vitaminine çevrilmesini sınırlandırdığı gibi troid bezine iyot girişini engelleyerek troid bezinde büyümeye neden olmaktadır (Dağoğlu vd 1995).

Çalışmamızın konusu olan nitrat ve nitritin küçük dozlarda bünyeye alınması insan organizması üzerinde olumsuz etkilere neden olmamaktadır. Fakat çeşitli yollarla fazla miktarlarda vücuda alındığında insan sağlığı için zararlı olabilmektedir (Ellis *et al.* 1998). Bu nedenle yasaların öngördüğü sınırdan ve teknolojinin gerektirdiği miktarlarda kullanılmalıdır. Bu maddelerin kullanımıyla sağlanacak kolaylık ve olumsuz özelliklerin net bir biçimde ortaya konulması konunun yasal açıdan ele alınması ile mümkündür.

Yapılan çeşitli çalışmalar; gıdalarla vücuda alınan kontaminantlar için günlük alınabilir miktarların belirlenmesinde yaş ve cinsiyet faktörlerinin göz önünde bulundurulması gerektiğini ortaya koymaktadır (Gonzalez *et al.* 1994; Brussaard *et al.* 1996).

Sebzeler veya diğer gıdalarla belirli seviyenin üzerinde alınan nitratın, nitrite indirgenmesiyle methemoglobinemi ve kansere neden olan nitrozaminlerin oluşumu ile insan sağlığı tehdit edilmektedir. Birçok ülkede tüketilen sebzelerin nitrat içerikleri belirlenmekte ve belirli miktardan daha fazla nitrat bulunduran ürünlerin satışına izin verilmemektedir (Siciliano *et al.* 1975; Anonymous 1997b; McKnight *et al.* 1999; Kavak vd 2003).

İnsanlar tarafından bünyeye alınan nitrat miktarı; tüketilen sebze türü, sebzenin nitrat düzeyi, tüketilen sebzenin miktarı ve su kaynağındaki nitrat düzeyine göre farklılık göstermektedir (Pennington 1998).

Sebzeler için kabul edilebilir maksimum nitrat içerikleri sadece birkaç ülkede standartlaştırılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde yetişkin bir insanın günde ortalama 75 mg nitrat aldığı kabul edilmekte; bu miktarın %85'inin sebzelerden kaynaklandığı belirtilmektedir (Oruç ve Ceylan 2001). Avrupa Birliği'nin gıda maddelerinin kontrolü için oluşturduğu bilimsel komitenin ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nın belirlediği günlük kabul edilebilir nitrat alımı, nitrat iyonu olarak 3,7 mg/kg vücut ağırlığı; nitrit alımı ise 0,06 mg/kg vücut ağırlığı olarak bildirilmektedir. Buna göre 60 kg ağırlığındaki bir yetişkinin günlük alabileceği maksimum nitrat ve

nitrit miktarları sırasıyla; 222 ve 3,6 mg'dır (Speijers 1996; Anonymous 1997b; Santamaria *et al.* 1999; Anonymous 2003; Topçu *et al.* 2006; Santamaria 2006).

Santamaria *et al.* (1999) tarafından yapılan çalışmada, günlük nitrat alımının %80'inin yaprak sebzelerden kaynaklandığı ve günde vücuda ortalama 71 mg nitrat alındığı ve bunun 60 kg ağırlığındaki insan için maksimum sınır olan 222 mg'ın altında kaldığı belirtilmektedir.

Wawrzyniak *et al.* (2008b) 4-6 yaş arası anasınıfı öğrencilerinin okulda tükettiği gıdalarla vücuda aldıkları nitrat ve nitrit seviyelerini belirlemek amacıyla Varşova'da 2005 sonbahar - 2006 ilkbahar dönemleri arasında yaptıkları çalışmada; nitrat alım miktarının mevsime bağlı olarak değiştiğini, ilkbaharda 93 mg, kışın ise 131 mg nitratın vücuda alındığını belirlemişlerdir. Alınan bu miktarların günlük alınabilir nitrat sınırlarını aştığını belirtmişlerdir. Alınan nitrit miktarının ortalama 0,52-0,72 mg olduğunu ve bu miktarların günlük alınabilir değerleri aşmadığını vurgulamışlardır. Ayrıca nitrat alımının %87'sinin sebzelerden, nitrit alımının ise %39'unun sebze ve %23'ünün et ve et ürünlerinden sağlandığını ifade etmişlerdir.

Petersen and Stoltze (1999) Danimarka'da üç yıl boyunca yürüttükleri çalışmada; marul, pırasa, patates, çin lahanası ve beyaz lahana gibi sebzelerin tüketimi ile günlük ortalama 40 mg nitrat ve 0.09 mg nitritin vücuda alındığını tespit etmişlerdir.

Çin'de sebzelerde bulunabilecek maksimum nitrat miktarı 3100 mg/kg olarak belirlenmiştir (Santamaria 2006). Almanya'da 4 yaş ve daha küçük çocukların beslenmesinde kullanılan sebzelerden taze sebzede maksimum nitrat miktarı 900 mg/kg, konserve sebzelerdeki 450 mg/kg; 4 yaştan büyük çocuk ve yetişkinlerin tüketimine sunulan sebzelerde nitrat sınırı ise 1200 mg/kg ve 900 mg /kg olarak belirlenmiştir. Hollanda'da kışlık ıspanak ve marul için yaş ağırlık üzerinden 4500 mg NO₃/kg ve yazlık ıspanak ve marul için ise 2500 mg NO₃/kg düzeyi en yüksek kabul edilebilir sınır olarak belirlenmiştir. Fransa'da bebek mamaları için kabul edilebilir nitrat içeriği ise 50 mg/kg olarak sınırlandırılmıştır (Güneş 1994; Karaman vd 2000).

Szymczak and Prescha (1999) Polonya’da yaptıkları çalışmada; kırmızı turp örneklerinin %82’sindeki, marul örneklerinin %65’indeki nitrat miktarlarının kabul edilebilir nitrat değerlerinin üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Zhong *et al.* (2002) 1998-1999 yılları arasında Kuzey Çin’de yaptıkları çalışmada kereviz, lahana, Çin lahanası, yeşil soğan, mısır ve patlıcanın nitrat seviyesinin yüksek, nitrit seviyesinin düşük olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca bu sebzelerin tüketimi ile günlük ortalama 422 mg nitrat ve 0,68 mg nitritin vücuda alındığını tespit etmişlerdir.

Kışın yetiştirilen sebzeler yazın yetiştirilen sebzelere nazaran daha fazla nitrat içermektedir (Nantachit and Winijkul 2007). Avrupa Birliği Komisyonu, kışın hasat edilen ıspanak ve marul için nitrat düzeylerini yaş ağırlık üzerinden sırasıyla 3000 ve 4500 mg/kg, yazın hasat edilen ıspanak ve marul için sırasıyla 2500 ve 3500 mg/kg maksimum kabul edilebilir sınır olarak belirtmiştir. Ayrıca dondurulmuş ıspanak için maksimum izin verilen nitrat miktarını yaş ağırlık üzerinden 2000 mg/kg olarak belirlemiştir (Anonymous 2002b).

Yapılan çalışmalar çeşitli sebze ve içme suyunun nitrat alımında, kürlenmiş et ürünlerinin ise nitrit alımında başlıca kaynak olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ayrıca vücuda alınan günlük nitrat miktarının 53-350 mg arasında, nitrit miktarının ise 0-20 mg arasında olduğu belirtilmiştir (Pennington 1998).

Wawrzyniak *et al.* (2008a) 1996-2005 yılları arasında Polonya’da yaşayan halkın çeşitli gıdalarla vücuda aldıkları nitrat ve nitrit düzeylerini belirlemek için yaptıkları çalışmada; nitrat alımının %89’unun sebzelerden, nitrit alımının ise %69’unun et ve et ürünlerinden sağlandığını belirtmişlerdir. Ayrıca insanların tükettiği gıdalarla ortalama 132-190 mg nitrat/gün (ADI değerinin %56,8), 3,0-3,5 mg nitrit/gün (ADI değerinin %58) aldığını belirlemişler ve seviyelerin günlük vücuda alınabilir sınırları aşmadığını vurgulamışlardır.

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde taze ıspanakta en fazla bulunabilecek nitrat miktarı 1 Ekim - 31 Mart arasında hasat edilen ıspanak için 3000 mg/kg, 1 Nisan - 30 Eylül arasında hasat edilen ıspanak için 2500 mg/kg; konserve edilmiş, derin dondurulmuş veya dondurulmuş ıspanak için 2000 mg/kg'dır. Taze marulda en fazla bulunabilecek nitrat miktarı 1 Ekim - 31 Mart arasında hasat edilen örtü altında yetiştirilen marul için 4500 mg/kg, açık havada yetiştirilen marul için 4000 mg/kg, 1 Nisan - 30 Eylül arasında hasat edilen örtü altında yetiştirilen marul için 3500 mg/kg, açık havada yetiştirilen marul için 2500 mg/kg seviyesinde belirlenmiştir (Anonim 2008a).

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde taze lahanada en fazla bulunabilecek nitrat miktarı 875 mg/kg seviyesinde belirlenmiştir. Bebek mamalarında en fazla bulunabilecek nitrit miktarı ise 0,1 mg/kg seviyesindedir (Anonim 2002a).

Karaman vd (2000) çeşitli sebzelerin nitrat miktarını belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada sebzelerde belirledikleri nitrat miktarlarının insan sağlığı için tavsiye edilen kritik değerlerden düşük olduğunu belirtmişlerdir. Ispanak ve marul örneklerinin nitrat düzeylerinin WHO ve FAO tarafından önerilen sınır değerlerden yüksek olduğunu fakat elde ettikleri bulguların genel olarak nitrat akümülayonu açısından önemli bir sorun teşkil etmediğini vurgulamışlardır.

Et ve et ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanılan nitrat ve nitritin kullanım miktarları yasal olarak düzenlenmiştir. Ülkelere göre değişmekle birlikte, işlenmiş et ürünlerinde kullanılacak nitrat ve nitrit miktarları sırasıyla 500 ve 200 mg/kg olarak belirlenmiştir (Wolff and Wasserman 1972; Şanlı ve Kaya 1988). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), işlenmiş et ürünlerindeki kalıntı nitrat ve nitrit düzeylerini sırasıyla 50 mg/100g ve 20 mg/100g olarak sınırlandırmıştır (Ağaoğlu vd 2002).

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde, kürlenmiş et ürünleri ve et konservelerine katılacak nitrat miktarının 300 mg/kg (NaNO_3 cinsinden), nitrit miktarının ise 150 mg/kg'ı geçmemesi gerektiği bildirilmektedir (Anonim 2003).

Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye’de içme ve kullanma sularında bulunabilecek maksimum nitrat ve nitrit miktarları sırasıyla 50 mg/L ve 0,50 mg/L olarak bildirilmiştir (Duncan *et al.* 1997; McKnight *et al.* 1999; Anonymous 2003; Okafor and Ogbonna 2003; Anonim 2005; Cemek vd 2007).

Çeşitli gıdalarda ve sularda nitrat ve nitrit miktarının belirlenmesinde kromatografik, potansiyometrik, amperometrik, flow injeksiyon ve spektrofotometrik metodlar kullanılmaktadır. Nitrat miktarının ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan yöntem kadmiyum veya bakırlandırılmış kadmiyum aracılığıyla nitratın indirgenmesi ve diazo bileşici oluşturularak nitritin spektrofotometrik olarak belirlenmesidir. Nitratın kadmiyum aracılığıyla spektrofotometrik olarak belirlenmesi oldukça zaman alan bir yöntem olmasına rağmen laboratuvar şartlarının oluşturulması bakımından kolay ve ucuz yöntemdir. Et ürünleri, sebzelerde ve suda nitrat ve nitritin saptanmasında fosfomolibden mavi kompleksi kullanılarak spektrofotometrik nitrat ve nitrit analizi yapılabilmektedir. Bu yöntemin avantajı analiz süresinin kısa ve dedeksiyon limitinin düşük olmasıdır. Sebzelerde nitrat miktarının belirlenmesinde ayrıca ekstraksiyon ve yıkama işlem basamaklarını içermeyen polarografik metod da kullanılmaktadır. Bu metodda; nitratın nitrit okside indirgenmesiyle kobalt (II)- tiyosiyanat asit içeren çözeltide elektro aktif kompleks oluşumu ile nitrat ölçümü yapılmaktadır. Ayrıca nitrit analizi anilin ve naftil amin ajanları kullanılarak Griess metoduyla yapılmaktadır. Yapılan bir çalışmada nitrat analizinde, Boehringer Mannheim GmbH enzimatik metodunun kullanımının %95.52 oranında hassasiyete sahip olduğu tespit edilmiştir. Son yıllarda basit, hızlı ve güvenilir bir yöntem olan HPLC metodu, elektro paramanyetik rezonans spektrofotometre ve kapiller elektroforez metodları da nitrat ve nitrit miktarlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada, HPLC ve spektrofotometrik yöntemle analiz edilen sebzelerin nitrat içerikleri arasında önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir (Fox 1979; Lyons *et al.* 1991; Sanderson *et al.* 1991; Markowska *et al.* 1995a; Marshall and Trenerry 1996; Zatar *et al.* 1999; Ximenes *et al.* 2000; Kazemzadeh and Ensafi 2001; Yordanov *et al.* 2001; Artık vd 2002; Martin and Restani 2003).

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Araştırma materyali olarak, Erzurum merkeze bağlı Dadaşköy Köyü ve Söğütlü Köyü yörelerinden alınan 10 adet yaprak sebze türü kullanılmıştır. Ispanak (*Spinacia oleraceae* L.), pazı yaprağı (*Beta vulgaris* var. *cicia*), marul (*Lactuca sativa* var. *crispa*), maydanoz (*Petroselinum hortense* L.), semizotu (*Portulaca oleraceae* L.), dereotu (*Anethum graveolens* L.), aşotu (kişniş) (*Coriandrum sativum* L.), roka (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa*), brokoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) ve lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata*) sebzeleri amaca uygun bir şekilde örnekleme yapılarak yörelerden alınmıştır.

Dadaşköy Köyü Erzurum'un kuzey yönünde yer alan ve merkeze 5-6 km uzaklıkta olan bir yöredir. Erzurum halkı arasında kaliteli ve hijyenik sebze üretim yeri olarak bilinen Söğütlü Köyü ise Erzurum'un güney batısında yer almakta olup merkeze 10-12 km uzaklıktadır. Ata (2006) yaptığı çalışmada Söğütlü Köyünün toprak yapısının kumlu tınlı yapıda, Dadaşköy Köyünün toprak yapısının ise killi olduğunu tespit etmiştir.

Dadaşköy yöresi üreticileri sebzelerin üretimi sırasında 7 defa sulama yapıldığını, Söğütlü yöresi üreticileri ise sebzelerin 5-6 kez sulandığını ifade etmişlerdir. Dadaşköy Köyü yöresi sebze üreticileri; dönüme 25-30 kg üre kullanıldığını belirtirken, Söğütlü Köyü yöresi sebze üreticileri ise; dönüme 35-40 kg amonyum nitrat gübresi kullanıldığını belirtmişlerdir. Üre piyasada satılan en konsantre azotlu gübre olup amidli (sentetik azotlu) gübreler sınıfındadır. Gübre olarak üretilen üre %45-46 oranında azot içermektedir. Birim maliyet fiyatının diğer azotlu gübrelerle nazaran düşük olması bu gübrenin kullanımının yaygınlaşmasına sebep olmaktadır. Amonyum nitrat gübresi %33-34,5 oranında azot içermektedir (Güçdemir 2006).

Haftanın farklı günlerinde yörelerden alınan sebzeler poşetlere konularak özel aracın bagaj kısmına yerleştirilmiş ve laboratuvara getirilmiştir. Analize hemen alınamayan sebzeler buzdolabı şartlarında analize alınıncaya kadar en fazla 24 saat bekletilmiştir. Yaprak sebzelerin nitrat ve nitrit miktarları ile uygulanan teknolojik işlemlerin nitrat ve nitrit miktarları üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma Haziran 2008 ve Nisan 2009 tarihleri arasında yürütülmüştür.

Alınan taze sebze örneklerinde temel analizler (kurumadde, kül, protein, pH ve titrasyon asitliği) ile nitrat ve nitrit analizleri yapılmıştır. Sebze türlerinden ıspanak, lahana, pazı yaprağı ve brokoli sebzelerine haşlama işlemi, maydanoz, aşotu ve dereotu sebzelerine tuzlama ve soğukta muhafaza işlemleri uygulanmıştır. Ayrıca haşlanan sebzeler ile taze sebzelerin tümü dondurularak muhafaza edilmiştir. Muhafaza işlemi 6 ay sürmüştür. Altı aylık muhafaza sonrasında nitrit ve nitrat tayinleri tekrar yapılarak uygulanan teknolojik işlemlerin sebze üzerinde oluşabilecek olan nitrit ve nitrat miktarı üzerine etkileri belirlenmiştir.

Protein analizi hariç diğer tüm analizler Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Laboratuvarı'nda, protein analizi ise Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Kimya Uygulama Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

3.1.1. Materyalin hazırlanması

Sebzeler Dadaşköy Köyü ve Söğütlü Köyü yörelerinden sebzelerin yetiştirildiği yaz aylarında amaca uygun bir şekilde örnekleme yapılarak, ortalama 1-1,5 kg miktarında alınmıştır. Haftanın değişik günlerinde alınan sebzeler en geç 1 saat içerisinde laboratuvara getirilerek, teknolojik işlem uygulanacak miktarlar ayrılmış geri kalan kısımlar bekletilmeden analize alınmıştır. Analiz için alınan sebze örnekleri uygulamadaki tüketim ilkeleri göz önünde bulundurularak ayıklanıp ve kök kısımlarından en az 3 cm kesilerek musluk suyu ile yıkanmıştır. Sebzelerin yıkama işlemleri ortalama 5 dakika içerisinde yapılmıştır. Sebzeler yıkandıktan sonra 3-4

dakika süzülmesi için tel süzgeçte bekletilmiştir. Yıkama suyunun fazlası kaba filtre kağıdı ile alınmıştır. Yıkanan sebzeler 3-4 cm genişliğinde doğranarak, robotta en az 5 dakika homojen hale getirilmiştir. Daha sonra porselen havan içinde iyice ezilen sebzelerde kurumadde, kül, pH, protein, titrasyon asitliği, nitrat ve nitrit analizleri yapılmıştır. Analizlerde kullanılan sebze örnekleri tüm kitleyi temsil edecek şekilde alınmıştır.

3.1.2. Haşlama işlemi

Haşlama işlemi ıspanak, lahana, brokoli ve pazı yaprağı sebzelerine uygulanmıştır. Haşlama için alınan bu sebzeler kaynayan damıtık yani saf su içinde ortalama 3,5-5 dakika bekletildikten sonra ince delikli süzgeçten geçirilerek süzölmüş ve musluk suyu altında yaklaşık 2 dakika bekletilerek soğutulmuştur. Haşlama sonrası sebzelere haşlama yeterlilik testi uygulanmıştır (Cemeroğlu 2007). Haşlanması yeterli olan sebzeler 20-25 dakika bekletilerek soğutulduktan sonra polietilen torbalara olabildiğince havası çıkartılmış bir şekilde konularak ağzı sıkıca bağlanmıştır. Bu sebzeler -24°C sıcaklıkta ev tipi no-frost (Arçelik 5223 NMBE) buzdolabında 6 ay süre ile muhafaza edilmiştir.

3.1.3. Dondurma işlemi

Taze ve haşlanmış sebzelerin nitrat ve nitrit miktarlarına dondurma işleminin etkisini belirlemek için tüm taze (marul, maydanoz, dereotu, aşotu, semizotu, roka, ıspanak, lahana, brokoli, pazı yaprağı) ve haşlanmış sebzeler (ıspanak, lahana, brokoli, pazı yaprağı) polietilen torbalar içine olabildiğince havası çıkartılarak doldurulmuş ve -24°C’de ev tipi no-frost (Arçelik 5223 NMBE) buzdolabında 6 ay muhafaza edilmiştir. Başlangıçta ve 6 ay sonunda nitrit ve nitrat miktarları belirlenmiştir. Muhafaza sonrası dondurulan taze sebzelerde ve haşlanan sebzelerde nitrat ve nitrit miktarlarının belirlenmesi için sebzeler yaklaşık 12 saat önce dondurucudan çıkarılarak buzdolabı şartlarında iyice çözündürölmüş ve daha sonra analize alınmıştır.

3.1.4. Tuzlama ve soğukta muhafaza işlemi

Maydanoz, dereotu ve aşotu sebzeleri taze halde tuzlanarak soğukta buzdolabının normal bölmesinde muhafaza edilmiştir. Sebzelerin tuzlama işleminde kaya veya den tuz olarak bilinen tuz kullanılmıştır. Tuzlamada sebze miktarının yaklaşık %15-20'si kadar tuz katılmıştır. Sebze örnekleri düz bir tezgah üzerinde her tarafı iyice tuzlanarak polietilen torbalar içine olabildiğince havası çıkartılarak doldurulmuştur. Sebzeler muhafaza için 0 ile (+4)°C arasındaki sıcaklıktaki ev tipi no-frost (Arçelik 5223 NMBE) buzdolabının sebzelik kısmına yerleştirilmiş ve 6 ay muhafaza edilmiştir. Muhafaza sonrasında nitrat ve nitrit miktarlarının belirlenmesi için sebzeler analize alınmadan önce içi su dolu kaplarda ortalama 15 dakika bekletilerek tuzları giderilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Toplam kuru madde tayini

Sebzeler blenderden (mutfak robotu) geçirilmiştir. Sonra havanda iyice ezilerek püre haline getirilmiştir. 3,0±0,1 g örnek alüminyum kuru madde kapları içerisine tartılmıştır. Önce 70±1°C sıcaklıktaki etüvde 24 saat, sonra 105±1°C sıcaklıkta sabit ağırlığa gelinceye kadar tutularak kurutma işlemi tamamlanmıştır. Kurumadan önceki ve kurutulduktan sonraki tartım değerleri kullanılarak kuru madde miktarı % olarak hesaplanmıştır (Anonymous 1975).

3.2.2. Kül tayini

Kül tayini için 3,0±0,1 g sebze darası alınmış porselen krozelere tartılmıştır. Kroze içeriği siyah oluncaya dek bunzenbeki alevi üzerinde kömürleştirilmiştir. Daha sonra sebzeler 525±20°C'deki kül fırınında kalıntı açık gri-beyaz renk oluşuncaya kadar yakılmıştır. Yanma işlemi bittikten sonra, yanmadan önceki ve yandıktan sonraki tartım değerleri kullanılarak sebzelerin kül miktarı % olarak hesaplanmıştır (Keleş 1983).

3.2.3. Protein tayini

Sebzelerin protein içeriği mikro Kjeldahl metoduyla belirlenmiştir. 0,20-0,30 g örnek tartılarak tüplere aktarılmıştır. Üzerlerine 10 mL H₂SO₄ ve 1 adet Kjeldahl tableti konulup sıcaklık kademeli olarak arttırılarak yakma işlemi yapılmıştır. Yakma işlemi sonrası bir erlenmayere %2'lik 5 mL borik asit konulmuştur. Kjeldahl balonuna ise yakılan örnekler ve 30 mL 10 N NaOH çözeltisi eklenerek damıtma işlemi gerçekleştirilmiştir. Renk yeşile dönünce damıtma işlemine son verilerek 0,01 N H₂SO₄ ile renk hafif pembemsi renge dönüşüncüye kadar titre edilmiştir. Daha sonra aşağıdaki formül kullanılarak azot miktarı hesaplanmıştır. Bulunan azot miktarı 6,25 faktörü ile çarpılarak protein miktarı % olarak hesaplanmıştır (Anonymous 1990).

$$\% \text{ Azot} = (\text{örnek için harcanan H}_2\text{SO}_4 - \text{kör için harcanan H}_2\text{SO}_4) \times N \times 0,014 \times 100 / \text{örnek miktarı}$$

$$\% \text{ Protein} = 6,25 \times \% \text{ N}$$

3.2.4. pH tayini

pH değerleri ATI-ORION marka 420 model cam elektrotlu pH metre ile belirlenmiştir. pH metre 4,00 ve 7,00 pH'lı tampon çözeltiyle kalibre edilmiştir. Sebzeler blenderden geçirilerek havanda iyice ezilmiş ve püre haline getirilmiştir. İyice ezilen sebzelerden 5 g alınarak pH metrenin probu daldırılmış ve ölçüm yapılmıştır (Cemeroğlu 2007).

3.2.5. Titrasyon asitliği tayini

Sebzelerin titrasyon asitliği tayininde elektrometrik titrasyon yöntemi uygulanmıştır. Sebzeler blenderda (mutfak robotu) iyice parçalanarak porselen havanda ezilmiştir. Ezme haline gelen sebzelerden 25 g tartılarak 250 mL'lik ölçü balonuna aktarılmıştır. Çizgisine kadar saf su ile tamamlanmış olan balon içeriği filtre kağıdı ile süzülüp, 50 mL filtrat alınarak titrasyona tabi tutulmuştur. Titrasyon 0,1 N NaOH ile yapılmıştır. pH

8,1 olduğunda titrasyona son verilmiştir. Sonuçlar harcanan standart baz miktarı esas alınarak sitrik asit cinsinden % olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2007).

3.2.6. Nitrit ve nitrat tayini

Çeşitli gıdalarda nitrat ve nitrit içeriğinin belirlenmesi amacıyla nitritin nitrata oksitlenmesi veya nitratın nitrite indirgenmesi esaslarına dayanan iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden toplam nitrat ölçümü esasına dayanan yöntemlerin özellikle düşük seviyede nitrat ve çözünebilir organik madde içeren örneklerde hatalı sonuç verme olasılığı bulunduğundan son yıllarda nitratın nitrite indirgenme esasına dayanan yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır (Şanlı ve Kaya 1988).

Yöntemde bakır, çinko, hidrazin sülfat ve kadmiyum gibi çeşitli indirgeyici ajanlar kullanılarak ortamda bulunan nitrat nitrite indirgenir. Böylece oluşan toplam nitrat içeriği diazolama ve kenetleme belirteçleri ile renkli çözeltilere dönüştürülerek spektrofotometrik olarak ölçülmektedir.

Sebzelerin nitrat ve nitrit analizinde, kadmiyum kolonu aracılığı ile nitratın nitrite indirgenmesi esasına dayanan spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır (Sen and Donaldson 1978; Anonymous 1984; Anonim 1988; Şanlı ve Kaya 1988; Markowska *et al.* 1995b; Fytianos and Zarogiannis 1999; Anonim 2001; Topçu 2003; Roman 2005; Topçu *et al.* 2006; Shokrzadeh *et al.* 2007; Ayaz vd 2007). Spektrofotometrik ölçümlerde T60V Spectrofotometer markalı spektrofotometre kullanılmıştır. Sebzelerin nitrat ve nitrit miktarları yaş (taze) ağırlık üzerinden verilmiştir.

3.2.6.a. Nitrit tayini

Sebzenin sıcak su ile ekstraksiyonundan sonra potasyum demir (II) heksasiyanür ve çinko asetat ilavesi ile proteinlerin çöktürülmesi, çöken kısmın süzülmesi ve süzüntüye sülfanilamid klorür ve N-(1-naftil) etilendiamin dihidroklorür ilavesi ile elde edilen

kırmızı rengin 538 nm’de spektrofotometrik ölçümü ile belirlenmiştir. Tayinde kullanılan çözeltiler aşağıda verilmiştir.

Disodyum tetraborat çözeltisi: 50 g disodyum tetraborat dekahidrat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 1000 mL’lik ölçülü balonda çözündürülerek işaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır.

Potasyum hekzasiyanoferrat çözeltisi: 106 g potasyum hekzasiyanoferrat (II) trihidrat [$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$] 1000 mL’lik ölçülü balonda çözündürülerek işaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır.

Çinko asetat çözeltisi: 220 g çinko asetat dihidrat [$\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$], 30 mL asetik asit içeren saf suda çözündürülmüş ve 1000 mL’lik ölçülü balona aktarılarak işaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır.

Boya Çözeltileri

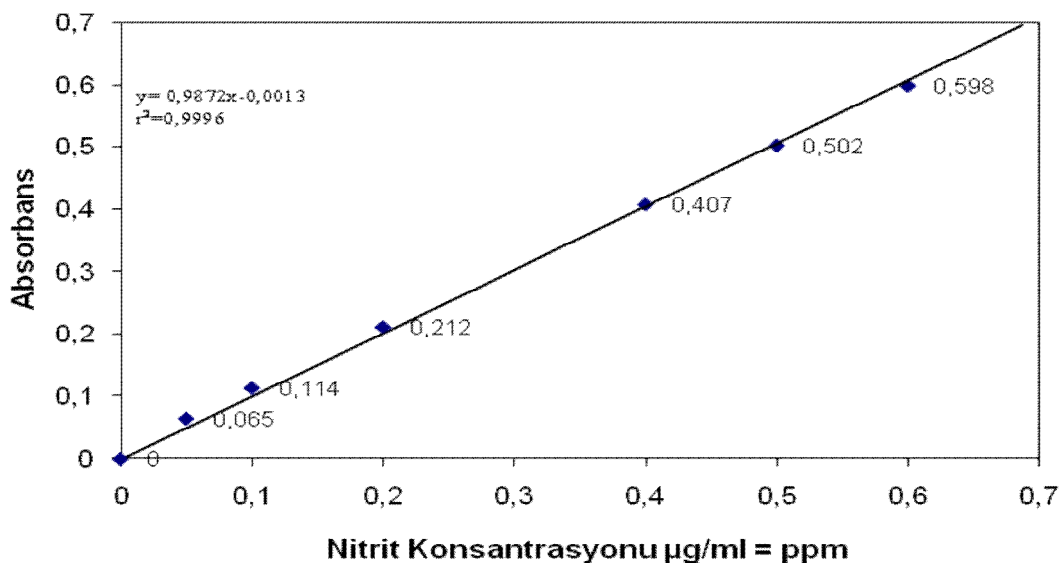
Çözelti I: 0.4 g sülfanilamid 160 mL saf su ile 200 mL’lik ölçülü balonda, kaynar su banyosu üzerinde ısıtılarak çözündürülmüştür. Soğutulduktan sonra 20 mL hidroklorik asit ($d_{20}=1.19\text{g/mL}$) ilave edilerek işaret çizgisine kadar saf su eklenmiştir.

Çözelti II: 0.1 g N-(1-naftil) etilendiamin dihidroklorür ($\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot 2\text{HCl}$), 100 mL’lik ölçülü balonda bir miktar saf su içinde çözündürüldükten sonra işaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Çözelti I ve II koyu kahverengi şişelerde bir hafta muhafaza sonrasında yeniden hazırlanmak suretiyle ağzı sıkıca kapalı bir şekilde muhafaza edilmiştir.

Çözelti III: 445 mL hidroklorik asit ($d_{20}=1.19\text{g/mL}$), 1000 mL’lik ölçülü balonuna aktarılarak işaret çizgisine kadar saf su ile seyreltilmiştir.

Sodyum nitrit standart çözeltisi: Önceden $115^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta kurutularak sabit tartıma getirilen sodyum nitritten (NaNO_2) 3 g tartılarak 50 mL saf su içinde çözündürülmüştür. Daha sonra 1000 mL'lik ölçülü balona aktarılarak işaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Bu çözeltiden 5 mL alınarak 1000 mL'lik ölçülü balona aktarılmış ve işaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Bu standart çözeltinin 1 mL'si 10 μg nitrit iyonu ihtiva etmektedir. Bu çözelti çabuk bozulabildiğinden kullanıldığı zaman hazırlanmıştır.

Kalibrasyon eğrisinin hazırlanması: 6 tane 50 mL'lik ölçülü balona standart sodyum nitrit çözeltisi konulmadan ve 0.5 mL; 1 mL; 2 mL; 2.5 mL ve 3 mL standard sodyum nitrit çözeltisi ile sırasıyla, 30 mL; 29.5 mL; 29 mL; 28 mL; 27.5 mL ve 27 mL saf su konularak işaretine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Konsantrasyonlar sırasıyla; 0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6 $\mu\text{g}/\text{ml}$ olarak hazırlanmıştır. Ölçü balonlarına çözelti I'den 5 mL, çözelti III'den 3 mL eklenerek karıştırılmıştır. Karışımlar karanlık ortamda 5 dakika bekletildikten sonra çözelti II'den 1 mL ilave edilerek karanlık ortamda 3 dakika bekletilmiştir. İşaret çizgisine kadar saf su ile tamamlandıktan sonra spektrofotometre de 538 nm dalga boyunda şahit örneğe karşı okunmuştur. Elde edilen optik yoğunluk değerlerinden yararlanılarak standard kalibrasyon eğrisi çizilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Nitrit kalibrasyon eğrisi

Nitrit tayininde örneklere uygulanan işlemler aşağıda verilmiştir.

Mutfak robotunda parçalanmış ve porselen havanda iyice ezilen sebzeden 10 g tartılmıştır. Üzerine 5 mL disodyum tetraborat çözeltisi ve 100 mL sıcak saf su (70-80°C) ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Kaynar su banyosunda (70-80°C) ara sıra çalkalanarak 15 dakika ısıtılmıştır. Üzerine 2 mL potasyum hekza siyanoferrat (II) ve 2 mL çinko asetat ilave edilerek oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulmuştur. İşaret çizgisine kadar (200 mL) saf su ile tamamlanmıştır. Soğuduktan sonra süzgeç kağıdından süzölmüştür. Çözeltiden 50 mL'lik balon jöjeye 10 mL alınarak toplam hacim 30 mL olacak şekilde saf su eklenmiş ve üzerine sırasıyla çözelti I'den 5 mL ve çözelti III'den 3 mL ilave edilerek 5 dakika karanlık ortamda bekletilmiştir. Daha sonra çözelti II'den 1 mL ilave edilerek karanlık ortamda 3 dakika bekletilmiştir. İşaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanarak karıştırılmış ve T60V Spectrofotometer markalı spektrofotometre de 538 nm dalga boyunda şahit örneğe karşı okunmuştur. Örneklerden elde edilen optik dansite değerlerinin, standard eğrideki karşılığına göre sodyum nitrit miktarı hesaplanmıştır. $\text{NO}_2 \text{ (mg/kg)} = \text{Seyreltme oranı} \times K \times \text{Absorbans}$ (Anonymous 1984; Anonim 1988; Şanlı ve Kaya 1988; Topçu 2003; Shokrzadeh *et al.* 2007).

3.2.6.b. Nitrat tayini

Sebzelerin sıcak su ile ekstraksiyonundan sonra potasyum demir (II) hekzasiyanür ve çinko asetat ilavesiyle proteinlerin çöktürölmesi ve çöken kısmın süzölmesi, metalik kadmiyum ile nitratın nitrite indirgenmesi ve süzöntüye sülfanilamid klorür ve N-(1-naftil) etilendiamin dihidroklorür ilavesi ile elde edilen kırmızı rengin 538 nm'de spektrofotometrik ölçümü ile belirlenmiştir. Nitrit tayini için hazırlanan çözeltiler ile boya çözeltileri nitrat tayini içinde kullanılmıştır. Nitrat tayininde kullanılan özel çözeltiler aşağıda verilmiştir.

Amonyaklı buffer (tampon) çözelti: 37.4 g amonyum klorür (NH_4Cl) 900 mL saf su içinde çözdürölmüştür. Çözelti konsantre amonyak ile (0.88 g/mL) pH 9.6'ya ayarlanmış ve saf su ile 1000 mL'ye tamamlanmıştır.

Kadmiyum kolonunun hazırlanması: 40 g kadmiyum sülfat oktahidrat ($3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) bir miktar saf su içinde çözündürülerek saf su ile 250 mL'ye tamamlanmıştır. Daha sonra geniş bir behere alınarak, 10 g çinko tozu topaklanma oluşumunu önlemek için oldukça yavaş bir şekilde ilave edilmiş ve bir gece bekletilmiştir. Daha sonra elde edilen çözelti yüksekliği 17 cm olan cam kolona doldurulmuştur. Kadmiyum kolonu sırasıyla 25 mL HCl (0.1 N), 50 mL saf su ve 25 mL (1+9) oranında seyreltik amonyak tampon çözeltisi ile yıkanmıştır. Nitrat tayininde örneklerle aşağıdaki işlemler uygulanmıştır.

Nitrit tayini için hazırlanan proteinleri çöktürülmüş süzüntü nitrat analizinde de kullanılmıştır. Kadmiyum kolonu sırasıyla 25 mL HCl (0.1 N), 50 mL saf su ve 25 mL (1+9) oranında seyreltik amonyak tampon çözeltisi ile yıkanmıştır. Proteinleri uzaklaştırılmış çözeltiden 10 mL alınmış ve kadmiyum kolonunun depo kısmına konulmuştur. Kolonun musluğu dakikada 3 mL'den daha fazla akmayacak şekilde ayarlanmıştır. Üzerine 5 mL amonyak tampon çözeltisi konularak süzüntü 100 mL'lik ölçülü balonda toplanmıştır. Kolonun depo kısmı iki kez 15'er mL saf su ile yıkanmış ve aynı balonda toplanmıştır. Elde edilen süzüntüden 10 mL alınarak 100 mL'lik ölçülü balona aktararak, toplam hacim 30 mL olacak şekilde saf su ile seyreltilmiştir. Üzerine sırasıyla çözelti I'den 5 mL ve çözelti III'den 3 mL ilave edilerek 5 dakika karanlık ortamda bekletilmiştir. Daha sonra çözelti II'den 1 mL ilave edilerek karanlık ortamda 3 dakika bekletildikten sonra işaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanmış ve T60V Spectrofotometer markalı spektrofotometre de 538 nm dalga boyunda şahit örneğe karşı okunmuştur. Örneklerden elde edilen optik dansite değerlerinin, standard eğrideki karşılığına göre sodyum nitrit miktarı belirlenerek nitrat miktarı hesaplanmıştır. $\text{NO}_3 \text{ (mg/kg)} = 1.348 [(\text{Seyreltme oranı} \times K \times \text{Absorbans}) - (\text{NO}_2)]$ (Anonymous 1984; Anonim 1988; Şanlı ve Kaya 1988; Topçu 2003; Shokrzadeh *et al.* 2007).

3.3. İstatistiksel analiz

Araştırmada; 2 farklı yöreden alınan 10 farklı tür sebze taze halde ve doğrudan dondurularak 6 ay muhafaza edilmiş ve analizleri yapılmıştır. Ispanak, lahana, pazı

yaprağı ve brokoli olmak üzere 4 tür sebze haşlanmış ve haşlanıp dondurularak 6 ay muhafaza edilmiş ve analizleri yapılmıştır. Tuzlanarak buzdolabında saklama işlemi maydanoz, dereotu ve aşotu sebzelerine uygulanmış ve analiz sonuçları elde edilmiştir. Buna göre 10 tür sebzenin taze olanlarına ait bulgular kendi içinde; doğrudan dondurularak saklanan sebzelere ait bulgular kendi içinde istatistiki analize tabii tutulmuşlardır. Aşotu, dereotu ve maydanozun taze, dondurularak saklanmış ve tuzlanarak soğukta saklanmış örneklerine ait bulgular kendi içinde karşılaştırılmıştır. Benzer şekilde haşlanarak dondurulan sebzelere ait analiz sonuçları kendi içinde, taze ve haşlanmadan dondurulan sebzeler kendi içinde karşılaştırılmıştır. Sonuçlar 2 tekerrürlü yürütülmüş ve 3 paralelli analiz sonucu elde edilmiştir. Sonuçlar SPSS 16 paket programında varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır (Yıldız ve Bircan 1994).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Araştırma kapsamında Dadaşköy Köyü ve Söğütlü Köyü yörelerinden ıspanak, pazı yaprağı, marul, maydanoz, semizotu, dereotu, aşotu (kişniş), roka, brokoli ve lahana olmak üzere 10 tür yapraklı sebze alınmıştır. Çalışmamızın temel amacı taze ve çeşitli teknolojik işlem uygulanmış bu sebzelerin nitrat ve nitrit miktarını tespit ederek uygulanan bazı teknolojik işlemlerin bu bileşikler üzerindeki etkilerini belirlemektir. Bu nedenle sebzelerin sadece nitrat ve nitrit içeriklerine ilişkin bulgular işlem çeşidine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan varyans kaynakları Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca sebzelerde kurumadde, kül, protein, pH ve titrasyon asitliği analizleri yapılmıştır. Ancak bu genel bileşim bulgularının istatistiksel analize tabi tutulmalarına ihtiyaç görülmemiştir. Araştırma sırasında elde edilen tüm sonuçlar çizelgeler halinde verilmiştir.

4.1. Taze Sebzelerin Genel Bileşim Ögeleri ve Nitrat, Nitrit İçerikleri

Taze sebzelerin genel bileşim ögelerine ait bulgular ile nitrat ve nitrit değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.2’de taze sebzelerin nitrat değerlerine ait varyans analiz sonuçları, Çizelge 4.3’de taze sebzelerin nitrat miktarı ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları, Şekil 4.1’de ise taze sebzelerin nitrat miktarı üzerine yöre x sebze interaksyonunun etkisi verilmiştir. Sebzelerin analiz bulguları yenilebilir taze ağırlık üzerinden verilmiştir.

Araştırmada Çizelge 4.1’de de görüleceği üzere 2 farklı yöreden alınan 10 farklı sebze kullanılmıştır.

Çizelge 4.1. Taze sebzelerin genel bileşimi (%) ile nitrat, nitrit (mg/kg) bulguları

İçerik Yöre	Sebze Türü	Kuru madde	Kül	Protein	pH	Titrasyon asitliği	Örnek sayısı, n	Nitrat	Nitrit
Dadaşköy Köyü	Marul	6,09	0,93	1,33	6,13	0,07	6	678,92	0,75
	Semizotu	5,89	0,87	1,12	4,74	0,15	6	630,89	0,66
	Maydanoz	12,27	1,71	2,38	6,36	0,06	6	605,89	1,43
	Roka	8,49	1,22	1,62	6,43	0,06	6	812,08	2,01
	Aşotu	8,70	1,24	1,75	6,38	0,08	6	502,27	0,36
	Dereotu	11,88	1,63	2,17	6,00	0,05	6	186,10	0,58
	Ispanak	6,03	0,90	1,69	6,02	0,07	6	1236,16	2,05
	Lahana	8,13	1,19	1,51	6,59	0,04	6	270,67	0,48
	Brokoli	7,84	1,15	2,09	6,51	0,05	6	437,76	0,72
	Pazı yaprağı	6,26	0,95	1,40	6,05	0,08	6	1043,19	2,18
Söğütlü Köyü	Marul	7,30	1,11	1,35	6,29	0,07	6	263,54	0,43
	Semizotu	6,36	0,98	1,44	4,94	0,13	6	469,36	0,51
	Maydanoz	11,38	1,55	1,93	6,38	0,06	6	785,45	1,64
	Roka	7,54	1,14	2,03	6,37	0,06	6	1093,72	1,82
	Aşotu	8,80	1,25	2,03	6,02	0,08	6	246,31	0,12
	Dereotu	12,09	1,67	2,31	6,37	0,06	6	155,11	0,65
	Ispanak	6,84	1,04	1,70	5,84	0,06	6	1084,89	2,37
	Lahana	7,89	1,15	1,76	6,55	0,03	6	583,65	0,21
	Brokoli	8,10	1,19	1,97	6,63	0,04	6	459,95	0,34
	Pazı yaprağı	6,42	1,01	1,52	6,19	0,07	6	965,48	1,96

Sebzeler çok çeşitli olduklarından bileşimlerine ait veriler henüz yeterli değildir. Bileşimlerinin büyük bir kısmını su oluşturmaktadır. Bu yüzden günlük enerji ve protein ihtiyaçlarına fazla katkıda bulunmazlar. Ancak yeşil yapraklı sebzeler diğer sebzelere nazaran daha fazla mineral madde ve vitamin içermektedirler. Sebzelerin genel bileşimi %90-95 su, %1-3 azotlu maddeler, %1'den az yağ, %3-7 karbonhidrat ve %1-2 mineral maddeden oluşmaktadır (Cemeroğlu vd 2001).

Dadaşköy yöresine ait maydanoz (%12,27) ile Söğütlü yöresine ait dereotunun (%12,09) diğer sebzelere nazaran daha fazla kuru madde içerdiği belirlenmiştir. Dadaşköy yöresine ait semizotunda kuru madde içeriği %5,89, Söğütlü yöresine ait semizotunda kuru madde içeriği ise %6,36 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1). Akdeniz

(2007) semizotunun kuru madde içeriğinin 5,28 ile 7,24 g/100 g arasında değiştiğini belirlemiştir. Kuru madde miktarları arasındaki farklılıklar bitkiler arasındaki genetik farklılıklara ve yetiştirme koşullarının farklılığına bağlı olarak değişebilmektedir.

Tüm sebzelerdeki gibi araştırılan sebzelerin de kuru madde içeriklerinin düşük dolayısıyla su içeriklerinin yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca sebzelerin titrasyon asitlikleri düşük ve birbirine yakın, pH değerleri de ilişkili olarak yüksektir. Sebzeler ve meyvelerdeki zayıf organik asitlerin tamponlama kapasiteleri yüksek olduğundan pH ve titrasyon asitliği arasında doğrudan ilişki belirlenmeyebilir. Sebzeler düşük asitlilikleri sebebiyle muhafaza edilmeden önce sterilizasyona tabi tutulurlar. Çünkü düşük asitli bu ürünler bazı patojen spor oluşturan ve sporları 100°C gibi yüksek sıcaklıklarda bile canlı kalan bakterileri içerebilir (Cemeroğlu ve Acar 1986). Araştırma sonuçlarından da görüleceği üzere (Çizelge 4.1) sebzelerin pH değerlerinin 4.5'den yüksek olduğunu doğrulamaktadır. Yapılan çalışmada Dadaşköy yöresinden alınan lahananın pH değeri 6.59, marulun pH değeri 6.13'dür. Söğütlü yöresinden alınan lahananın pH değeri 6.55, marulun ise 6.29'dur. Siciliano *et al.* (1975) lahananın pH değerinin 6.48, marulun ise 6.15 olduğunu belirtmişlerdir.

Sebzeler protein kaynağı olarak değerlendirilmezler. Yapılan çalışmada kullanılan sebzelerin protein içerikleri düşük seviyede tespit edilmiştir. Ancak proteini oluşturan amino asitlerin çeşidi de proteinin biyolojik değerini etkilemektedir. Sebzelerin protein içeriğindeki farklılıklarda ekolojik faktörler ve çeşit etkili olabilmektedir.

Birçok çeşidi bulunan ve kolay yetiştirilme şartlarına sahip olan ıspanağın tüketimi oldukça fazladır. Genellikle taze olarak yemeklerde ve salatalarda kullanılabildiği gibi kurutulmuş olarak bebek mamalarında ve hazır gıda sektöründe de değerlendirilmektedir. Yapılan bir çalışmada 100 g taze ıspanağın; 3 g protein, 3,6 g karbonhidrat, 0,3 g yağ ve 2,1 g lif içerdiği belirlenmiştir (Dadalı 2007). Yapılan başka bir çalışmada; ıspanağın bileşiminin %90 su, %3,2 azotlu bileşikler, %0,4 yağ, %3,6 karbonhidrat, %0,7 ham selüloz ve %1,5 mineral madde, lahananın bileşiminin ise %92

su, %1,3 azotlu bileşikler, %0,2 yağ, %5 karbonhidrat, %0,9 ham selüloz ve %0,7 mineral maddeden oluştuğu belirtilmektedir (Baysal 2000).

Ayaz vd (2007) kuru madde içeriğini marulda %4,87, maydanozda %10,48, ıspanakta %7,45 olarak tespit etmişlerdir. Punna and Paruchuri (2004) nem içeriğini ıspanakta 93,4 g/100g, lahanada ise 92,4 g/100g seviyesinde bulmuşlardır. Yapılan bu çalışmada ise Dadaşköy yöresine ait sebzelerin kuru madde içeriği marulda %6,09; maydanozda %12,27; ıspanakta %6,03 seviyesinde bulunmuştur. Söğütlü yöresinden alınan marulda %7,30; maydanozda %11,38; ıspanakta %6,84 seviyesinde tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda Dadaşköy yöresinden alınan taze lahana da kurumadde %8,13, titrasyon asitliği %0.04, pH 6,59 olarak, Söğütlü yöresinden alınan taze lahana da ise kuru madde %7,89, titrasyon asitliği %0.03, pH 6,55 olarak belirlenmiştir. Okçu (2003) yaptığı çalışmada; lahananın kuru maddesini %8, titrasyon asitliğini 0.14g/100g, pH'sını 6,86 olarak bulmuştur. Sebzelerin bileşim ögeleri sebzenin çeşidine, yetiştirme tekniğine ve ekolojik şartlara bağlı olarak değiştiği gibi hasat sonrası işlemlere bağlı olarak da değişmektedir. Elde edilen bulgular yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Sebze hasat edildikten sonra hızlı bir şekilde su kaybederek solmaya başlar. Bu yüzden güneşten korunmalı ve hızlı bir şekilde ambalajlanmalı veya soğutulmalıdır. Kuru ve sıcak koşullar su kaybını hızlandırmaktadır. Suyunu kaybetmiş sebze buruştuğu gibi hoş gitmeyen renk değişikliği, lezzet ve gıda kalitesinde azalma görülmektedir. Bunun sonucunda da pazarlanabilirliklerini yitirirler. Ürün; ürünün sıcaklığı ve ürün çevresindeki oransal neme, atmosfere ve hava akımına bağlı olarak su kaybeder (Wilson *et al.* 1999; Yahia *et al.* 2004; Şengül ve Keleş 2005a). Düşük sıcaklıkta depolanan sebzelerin su kaybı çok düşüktür. Bu nedenle marketlerde sebzeler, 0-10°C'de 10 gün süreyle muhafaza edildiklerinde kaliteli olarak kabul edilirken, 20°C'de raf ömrü azalır (Cantwell and Reid 2002).

Dadaşköy Köyü yöresine ait sebzelerin çoktan aza doğru nitrat içerikleri; ıspanak (1236,16 mg/kg), pazı yaprağı (1043,19 mg/kg), roka (812,08 mg/kg), marul (678,92

mg/kg), semizotu (630,89 mg/kg), maydanoz (605,89 mg/kg), aşotu (502,27 mg/kg), brokoli (437,76 mg/kg), lahana (270,67 mg/kg) ve dereotu (186,16 mg/kg) şeklindedir. Nitrit içerikleri ise çoktan aza doğru olmak üzere; pazı yaprağı (2,18 mg/kg), ıspanak (2,05 mg/kg), roka (2,01 mg/kg), maydanoz (1,43 mg/kg), marul (0,75 mg/kg), brokoli (0,72 mg/kg), semizotu (0,66 mg/kg), dereotu (0,58 mg/kg), lahana (0,48 mg/kg) ve aşotu (0,36 mg/kg) olarak tespit edilmiştir. Dadaşköy yöresine ait sebzelerden en yüksek nitrat içeriğine sahip sebze ıspanak, en düşük seviyede nitrat içeriğine sahip sebze ise dereotu'dur. En yüksek seviyede nitrit içeren sebze pazı yaprağı iken en düşük seviyede nitrit içeriğine sahip sebze ise aşotu'dur (Çizelge 4.1).

Söğütlü Köyü sebzelerinin nitrat içerikleri çoktan aza doğru olmak üzere; roka (1093,72 mg/kg), ıspanak (1084,89 mg/kg), pazı yaprağı (965,48 mg/kg), maydanoz (785,45 mg/kg), lahana (583,65 mg/kg), semizotu (469,36 mg/kg), brokoli (459,95 mg/kg), marul (263,54 mg/kg), aşotu (246,31 mg/kg) ve dereotu (155,11 mg/kg) olarak belirlenmiştir. Sebzelerin nitrit içerikleri çoktan aza doğru olmak üzere; ıspanak (2,37 mg/kg), pazı yaprağı (1,96 mg/kg), roka (1,82 mg/kg), maydanoz (1,64 mg/kg), dereotu (0,65 mg/kg), semizotu (0,51 mg/kg), marul (0,43 mg/kg), brokoli (0,34 mg/kg), lahana (0,21 mg/kg) ve aşotu (0,12 mg/kg) şeklindedir. Söğütlü Köyü yöresine ait bu sebzelerden en yüksek nitrat içeriğine sahip sebze roka, en düşük seviyede nitrat içeriğine sahip sebze ise dereotu'dur. Aşotu en az seviyede nitrit içerirken, ıspanak en fazla seviyede nitrit içermektedir (Çizelge 4.1).

Yapraklı sebzelerin nitrat ve nitrit içeriklerine ilişkin kaynaklar incelendiğinde en çok üzerinde durulan sebzelerin ıspanak, marul ve lahana olduğu görülmektedir. Gerek Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği gerekse Avrupa Birliği Komisyonu bu sebzelerin nitrat değerleri için sınırlama öngörmüştür. Ispanak, marul ve lahana dışında incelenen diğer sebzelerin (aşotu hariç) nitrat ve nitrit içeriklerine ilişkin yurtiçi ve yurtdışında çeşitli çalışmaların yapılması bu araştırmadaki bulguların karşılaştırılmasına olanak sağlamıştır. Literatür araştırması sırasında Erzurum yöresinde yetiştirilen ve özellikle çorba yapımında kullanılan kendine has tadı ve kokusu olan aşotu için yurtiçi veya yurtdışında yapılmış herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

Çizelge 4.2. Taze sebzelerin nitrat içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yöre (Y)	1	13184,16	529,46**
Sebze Türü (S)	9	607960,67	24415,17**
(Y) * (S)	9	82542,02	3314,81**
Hata	40	24,901	
Toplam	60		

** P<0.01, * P<0.05 seviyesinde önemli

Taze sebzelerin nitrat içeriği üzerine yöre farkının ve sebze türünün etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$) (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.3. Taze sebzelerin nitrat miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Sebze	n	Nitrat, mg/kg
Marul	12	471,24 ^f
Semizotu	12	550,14 ^e
Maydanoz	12	695,68 ^d
Roka	12	952,91 ^c
Aşotu	12	374,29 ^h
Dereotu	12	170,62 ⁱ
İspanak	12	1160,54 ^a
Lahana	12	427,17 ^g
Brokoli	12	448,86 ^{fg}
Pazı yaprağı	12	1004,35 ^b

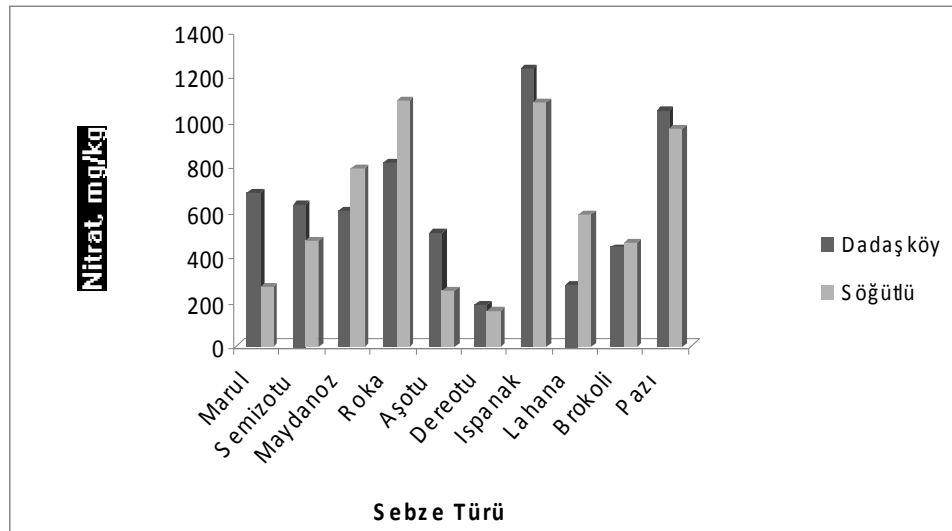
Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır

Duncan Çoklu Karşılaştırma sonuçlarından en yüksek ortalama nitrat içeriği ıspanakta, en düşük nitrat içeriği ise dereotunda belirlenmiştir. Sebzelerin nitrat miktarı bakımından marul, brokoli ve lahana sebzeleri arasında önemli bir farklılık olmadığı ve marulun lahana ve brokoliye göre daha fazla nitrat içerdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Araştırmada analiz edilen sebze örneklerinden dereotunun (170,62 mg/kg) nitrat miktarı bakımından Tosun vd (2003)'nin belirlediği sınıflamaya göre düşük seviyede nitrat

içerenler (0-200 mg NO₃⁻/kg) sınıfına, aşotu (374,29 mg/kg), lahana (427,17 mg/kg), brokoli (448,86 mg/kg), marul (471,24 mg/kg), semizotu (550,12 mg/kg)'nun ise orta seviyede nitrat içerenler (200-600 mg NO₃⁻/kg) sınıfına, maydanoz (695,68 mg/kg), roka (952,91 mg/kg), pazı yaprağı (1004,35 mg/kg) ve ıspanağın (1160,54 mg/kg) ise yüksek seviyede nitrat içerenler (600-4000 mg NO₃⁻/kg) sınıfına girdiği belirlenmiştir.

Sebzeler arasında nitrat içeriği bakımından 1. sırada yer alan ıspanağın (1160,54 mg/kg), 6. sırayı alan marulun (471,24 mg/kg) ve 8. sırayı alan lahananın (427,17 mg/kg) Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde ıspanak, marul ve lahana için maksimum izin verilen nitrat miktarlarını aşmadığı belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde diğer sebzelerin nitrat miktarlarına ait sınırlamalar yer almamaktadır. Avrupa Birliği Komisyonunu yazın hasat edilen ıspanak için 2500 mg/kg ve marul için 3500 mg/kg nitrat seviyesini maksimum kabul edilebilir sınır olarak belirlemiştir. Araştırma sonucunda yörelerden alınan marul, lahana ve ıspanağın nitrat değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği ve Avrupa Birliği Komisyonunca belirlenen maksimum değerlerin altında olduğu görülmüş ve bu sebzelerin tüketiciler açısından risk taşımadığı kanaatine varılmıştır.



Şekil 4.1. Taze sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x yöre etkisinin etkisi

Sebzelerin nitrat içeriği üzerine yöre farkının etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$) (Çizelge 4.2). Sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür ve yöre interaksyonunun etkisi Şekil 4.1’de verilmiştir.

Özdestan ve Üren (2008) Ege bölgesinde sıklıkla tüketilen 8 farklı sebzedden aldıkları 24 örneğin ortalama nitrat miktarının 2008 mg/kg olduğunu, en fazla nitrat miktarını 4653 mg/kg ile turp otu örneğinde, en düşük nitrat miktarını ise 383 mg/kg seviye ile ıspanakta belirlemişlerdir. Ezeagu and Fafunso (1995) yedi farklı yeşil yapraklı sebzenin nitrat ve nitrit içeriğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; taze sebzelerde ortalama nitrat miktarını 116,43 ppm seviyesinde tespit etmişlerdir. Erkmen vd (1990) İstanbul’da marketlerden aldıkları 31 farklı sebzede nitrat seviyesinin 2,92-2055,55 mg/kg aralığında olduğunu ve elde ettikleri değerlerin literatürde yer alan sebzelere yakın olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmada marulun ortalama nitrat içeriği 471,24 mg/kg seviyesinde bulunmuştur (Çizelge 4.3). Siciliano *et al.* (1975) taze marulun nitrat miktarının 1100 ppm seviyesinde olduğunu belirtmişlerdir. Martin and Restani (2003) İtalya’da yaptıkları çalışmada marulun nitrat miktarını 3300 mg/kg seviyesinde bulmuşlardır. Ximenes *et al.* (2000) Brezilya’da yaptıkları çalışmada nitrat miktarını marulda 1945 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Santamaria *et al.* (1999) İtalya marketlerinden aldıkları marul örneklerinde nitrat miktarını ortalama 832 mg/kg seviyesinde, Thomson *et al.* (2007) Yeni Zellanda’da yaptıkları çalışmada nitrat miktarını marulda 3420 mg/kg, Fytianos and Zarogiannis (1999) Yunanistan’da satılan marul örneklerinde ortalama nitrat miktarını 282 mg/kg, Petersen and Stoltze (1999), Danimarka’da 1983 yılında aldıkları marul örneklerinde ortalama nitrat miktarını 2760 mg/kg, 1994’de aldıkları marullarda 2610 mg/kg, 1995-1996 yılları arasında aldıkları marullarda ise 2440 mg/kg seviyesinde belirlemişlerdir. Chung *et al.* (2003) Kore’de yaptıkları çalışmada marulda nitrat miktarını 2430 mg/kg seviyesinde bulmuşlardır. Çalışmaları sırasında analiz yaptıkları sebzelerin nitrat seviyesinin 1-10000 mg/kg aralığında değiştiğini belirtmişlerdir. Yordanov *et al.* (2001) Bulgaristan’dan aldıkları marullarda ortalama nitrat miktarını 570,30 mg/kg seviyesinde bulmuşlardır. Muramoto (1999), Kaliforniya’da kışın

yetiştirilen marul örneklerinde ortalama nitrat miktarını 1100 mg/kg, yazın yetiştirilenlerde ise 1050 mg/kg düzeyinde belirlemişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada; marulda nitrat miktarı 1051 mg/kg seviyesinde bulunmuştur (Anonymous 1998b). Nabrzyski and Gajewska (1994) 1989-1992 yılları arasında taze ve dondurulmuş sebzelerde yaptıkları çalışmada; en fazla nitrat seviyesini taze marulda 3500 mg/kg seviyesinde tespit etmişlerdir. Susin *et al.* (2006) 924 örneğin nitrat ve nitrit içeriğini inceledikleri çalışmada nitrat seviyesini en yüksek marulda (1074 mg/kg) bulmuşlardır.

Artık vd (2002) Ankara’da yaptıkları çalışmada marulda nitrat miktarının 317-1117 mg/kg arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Ayaz vd (2007) yaptıkları çalışmada, marulun nitrat içeriğini ortalama 914,22 mg/kg olarak bulmuşlardır. Karaman vd (2000) Tokat bölgesinde yetiştirilen marulda nitrat düzeyinin 1401-2202 mg/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Oruç ve Ceylan (2001) Bursa’da yaptıkları çalışmada marulda nitrat miktarını 70,57 ppm değerinde tespit etmişlerdir. Tosun ve Üstün (2004) seralarda yetiştirilen marulun nitrat içeriklerini ortalama 2455 mg/kg olarak bulmuşlardır. Sulak ve Aydın (2005) ortalama nitrat içeriğinin marulda 1786 mg/kg seviyesinde olduğunu belirtmişlerdir. Kavak vd (2003) marulda (*Lactuca sativa var. Capitata*) nitrat miktarını 284-1316 ppm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Elde ettikleri nitrat içeriklerinin insan sağlığı için izin verilen sınırlar arasında yer aldığını vurgulamışlardır.

Araştırma sonucu elde edilen marulun nitrat miktarının Yordanov *et al.* (2001)’nın buldukları değer ile paralel olduğu, Fytianos and Zarogiannis (1999), Oruç ve Ceylan (2001)’nin buldukları değerlerden daha yüksek olduğu, Martin and Restani (2003), Ximenes *et al.* (2000), Santamaria *et al.* (1999), Thomson *et al.* (2007), Petersen and Stoltze (1999), Chung *et al.* (2003), Muramoto (1999), Anonymous (1998b), Nabrzyski and Gajewska (1994), Susin *et al.* (2006), Siciliano *et al.* (1975), Ayaz vd (2007), Karaman vd (2000), Tosun ve Üstün (2004) ve Sulak ve Aydın (2005) tarafından belirlenen değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca elde edilen nitrat

değerinin Artık vd (2002) ve Kavak vd (2003) belirttiği değişim aralığı içinde olduğu görülmektedir.

Araştırmada ıspanağın ortalama nitrat içeriğinin 1160,54 mg/kg olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Shokrzadeh *et al.* (2007) İran'da 3 farklı şehirden aldıkları ıspanakların ortalama nitrat miktarını 300 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Muramoto (1999) ıspanağın nitrat miktarının 130-4100 mg/kg arasında değiştiğini belirterek ortalama 2170 mg/kg seviyesinde bulmuştur. Teitoia *et al.* (1988) Hindistan'da satılan ıspanaklarda ortalama nitrat miktarını 1703 mg/kg olarak bulmuşlardır. Jaworska (2005a) ıspanağın nitrat seviyesinin 449-2804 mgNO₃/kg yaş ağırlık arasında değiştiğini tespit etmiştir. Petersen and Stoltze (1999) Danimarka'da satılan ıspanak örneklerinde ortalama nitrat miktarının 1783 mg/kg seviyesinde olduğunu bulmuşlardır. Chung *et al.* (2003) Kore'de yaptıkları çalışmada ıspanağın nitrat seviyesini 4259 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Santamaria *et al.* (1999) İtalya'da inceledikleri ıspanak örneklerinde ortalama nitrat miktarını 1845 mg/kg, Fytianos and Zarogiannis (1999) Yunanistan'da satılan ıspanak örneklerinde ortalama nitrat miktarını 1250 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Ximenes *et al.* (2000), Brezilya'da yaptıkları çalışmada nitrat miktarını ıspanakta 723 mg/kg seviyesinde bulmuşlardır. Yordanov *et al.* (2001) ıspanağın nitrat miktarını 860,10 mg/kg düzeyinde olduğunu bildirmişlerdir. Santamaria *et al.* (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, kışın yetiştirilen ıspanakta nitrat miktarı 2580 mg/kg iken, ilkbaharda yetiştirilende ise 1622 mg/kg olarak belirlenmiştir. Muramoto (1999) kışın yetişen ıspanakta nitrat miktarını 2010 mg/kg olarak belirlerken, yaz ayında yetişen ıspanakta 2330 mg/kg olarak tespit etmiştir. Yapılan bir çalışmada; nitrat miktarı ıspanakta 1631 mg/kg seviyesinde belirlenmiştir (Anonymous 1998b).

Karaman vd (2000) Tokat bölgesinde yetiştirilen ıspanakta nitrat düzeyinin 910-2360 mg/kg arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Ayaz vd (2007) yaptıkları çalışmada; ıspanakta nitrat miktarını 1456,04 mg/kg seviyesinde olduğunu bildirmişlerdir. Oruç ve Ceylan (2001) Bursa piyasasından aldıkları ıspanak örneğinde ortalama nitrat miktarını 61 mg/kg seviyesinde, Artık vd (2002) Ankara piyasasından temin ettikleri ıspanak örneklerinde nitrat miktarının 486-726 mg/kg arasında (ortalama 606,27 mg/kg)

değiştiğini belirtmişlerdir. Sulak ve Aydın (2005) ortalama nitrat içeriğinin ıspanakta 872 mg/kg seviyesinde olduğunu bildirmişlerdir. Zengin (1997) kışlık ıspanakların yaprak kısmında ortalama nitrat miktarını 511,11 mg/kg olarak, yazlık ıspanaklarınkinden (470,32 mg/kg) daha yüksek seviyede belirlemiştir. Özdestan ve Üren (2008) Ege bölgesinde tüketilen sebzelerden ıspanağın 383 mg/kg ile en az düzeyde nitrat içerdiğini tespit etmişlerdir.

Araştırmada yörelerden alınan ıspanağın nitrat miktarının Shokrzadeh *et al.* (2007), Ximenes *et al.* (2000), Yordanov *et al.* (2001), Oruç ve Ceylan (2001), Artık vd (2002), Sulak ve Aydın (2005), Zengin (1997) ve Özdestan ve Üren (2008)'nin buldukları değerlerden daha yüksek olduğu, Teitoia *et al.* (1988), Petersen and Stoltze (1999), Santamaria *et al.* (1999), Muramoto (1999), Chung *et al.* (2003) ve Anonymous (1998b) tarafından belirlenen değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçların Fytianos and Zarogiannis (1999) ve Ayaz vd (2007) tarafından bulunan sonuçlarla paralellik gösterdiği görülmektedir. Ayrıca elde edilen nitrat değerinin Muramoto (1999), Jaworska (2005a) ve Karaman vd (2000)'nin belirlediği değişim aralığı içinde olduğu görülmektedir.

Araştırmada lahananın ortalama nitrat içeriğinin 427,17 mg/kg seviyesinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Oruç ve Ceylan (2001) Bursa yöresinden aldıkları lahanada nitrat miktarını 11 ppm olarak, Karaman vd (2000) Tokat bölgesinde yetiştirilen lahanada nitrat düzeyinin 945-1785 mg/kg arasında olduğunu bulmuşlardır. Sulak ve Aydın (2005) ortalama nitrat içeriğinin beyaz lahanada 435 mg/kg seviyesinde olduğunu belirtmişlerdir. Yordanov *et al.* (2001) yaptıkları çalışmada lahananın nitrat miktarını 196,9 mg/kg düzeyinde bulmuşlardır. Santamaria *et al.* (1999) İtalya'da inceledikleri lahananın nitrat miktarını 400 mg/kg seviyesinde bulmuşlardır. Fytianos and Zarogiannis (1999) lahanada nitrat içeriğini ortalama 209 mg/kg olarak bulurken, Siciliano *et al.* (1975) taze sebzeler üzerinde yaptıkları bir çalışmada lahananın nitrat miktarını 784 ppm olarak bildirmişlerdir. Susin *et al.* (2006) lahanada nitrat miktarını 881 mg/kg seviyesinde tespit etmişlerdir. Kirovska-Cigulevska (2002) yaptığı çalışmada; lahanada ortalama nitrat miktarını 141,5 mg/kg olarak belirlemiştir. Yapılan

başka bir çalışmada; nitrat miktarı lahanada 338 mg/kg seviyesinde bulunmuştur (Anonymous 1998b).

Araştırmada elde edilen lahananın nitrat miktarının Oruç ve Ceylan (2001), Kirovska-Cigulevska (2002), Yordanov *et al.* (2001), Fytianos and Zarogiannis (1999) ve Anonymous (1998a)'nın bulduğu değerlerden daha yüksek olduğu, Santamaria *et al.* (1999) ve Sulak ve Aydın (2005)'nin belirledikleri değerler ile paralel olduğu, Karaman vd (2000), Siciliano *et al.* (1975) ve Susin *et al.* (2006) buldukları değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir.

Araştırmada rokanın ortalama nitrat içeriği 952,91 mg/kg seviyesinde belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Martin and Restani (2003) 1996-2002 yılları arasında İtalya marketlerinden aldıkları yeşil yapraklı sebzelerden hindiba (6250 mg/kg) ve rokanın (6120 mg/kg) en fazla nitrat içeriğine sahip sebzeler olduğunu tespit etmişlerdir. Santamaria *et al.* (1999) İtalya'da inceledikleri rokada nitrat miktarını 2597 mg/kg seviyesinde bulmuşlardır. Artık vd (2002) Ankara ve çevresinde yetişen rokanın nitrat miktarının 1325-3019 mg/kg aralığında değiştiğini belirlemişlerdir. Oruç ve Ceylan (2001) Bursa'da yaptıkları çalışmada rokada nitrat miktarını 104 ppm olarak tespit etmişlerdir. Araştırmada elde edilen rokanın ortalama nitrat miktarının Artık vd (2002), Martin and Restani (2003) ve Santamaria *et al.* (1999)'nin buldukları değerlerden daha düşük olduğu, Oruç ve Ceylan (2001)'nin bulduğu değerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada brokolinin ortalama nitrat içeriğinin 448,86 mg/kg seviyesinde olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.3). Ximenes *et al.* (2000), Brezilya'da yaptıkları çalışmada nitrat miktarını brokolide 775 mg/kg seviyesinde bulmuşlardır. Santamaria *et al.* (1999) İtalya'da inceledikleri brokolide nitrat miktarını 154 mg/kg düzeyinde tespit etmişlerdir. Oruç ve Ceylan (2001) Bursa'da yaptıkları çalışmada brokolide nitrat miktarını 12,2 ppm olarak belirlemişlerdir. Araştırmada brokolinin nitrat miktarlarının Ximenes *et al.* (2000)'in bulduğu değerden daha düşük olduğu, Santamaria *et al.* (1999) ve Oruç ve Ceylan (2001)'nin buldukları değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çalışmada pazı yaprağının ortalama nitrat içeriği 1004,35 mg/kg düzeyinde bulunmuştur (Çizelge 4.3). Artık vd (2002) Ankara ve çevresinden aldıkları pazıda nitrat içeriğini 2622 mg/kg seviyesinde tespit etmişlerdir. Artık vd (2002)'nin buldukları sonuçların belirlediğimiz nitrat miktarlarından daha yüksek olduğu görülmektedir.

Araştırmada maydanozun ortalama nitrat içeriği 695,68 mg/kg olarak bulunmuştur. Ayaz vd (2007) maydanozda nitrat miktarını 1513,36 mg/kg, Yordanov *et al.* (2001) maydanozun nitrat miktarını 2,8 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Artık vd (2002) Ankara'dan satın aldıkları maydanozda nitrat miktarını ortalama 738,06 mg/kg seviyesinde belirlemişlerdir. Santamaria *et al.* (1999) İtalya'da inceledikleri maydanozda nitrat miktarını 1150 mg/kg düzeyinde bulmuşlardır. Sulak ve Aydın (2005) ortalama nitrat içeriğinin maydanozda 918 mg/kg seviyesinde olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma sonucu elde edilen maydanozun nitrat miktarlarının Artık vd (2002) ve Sulak ve Aydın (2005)'nin bulduğu değerler ile paralel olduğu, Ayaz vd (2007) ve Santamaria *et al.* (1999)'nin buldukları değerlerden daha düşük olduğu, Yordanov *et al.* (2001)'nin buldukları değerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada elde edilen değerler literatürde belirtilen sınırlar arasında değişmektedir.

Bilindiği üzere sebzelerin nitrat ve nitrit içerikleri bitkinin türü, yaşı, genetik yapısı, toprağın özellikleri, mevsimsel ve bölgesel farklılık, kuraklık, ışık, sıcaklık, sulama durumu, bitkiye uygulanan azotlu gübrenin çeşit ve dozu gibi çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Sebzenin içerdiği nitrit miktarı bu etmenlerin yanısıra yetersiz taşıma ve depolama koşullarından da etkilenmektedir.

Çizelge 4.4'de taze sebzelerin nitrit değerlerine ait varyans analiz sonuçları, Çizelge 4.5'de ise taze sebzelerin nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.4. Taze sebzelerin nitrit içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yöre (Y)	1	0,205	25,349**
Sebze Türü (S)	9	3,605	445,101**
(Y) * (S)	9	0,083	10,263**
Hata	40	0,008	
Toplam	60		

** P<0.01, * P<0.05 seviyesinde önemli

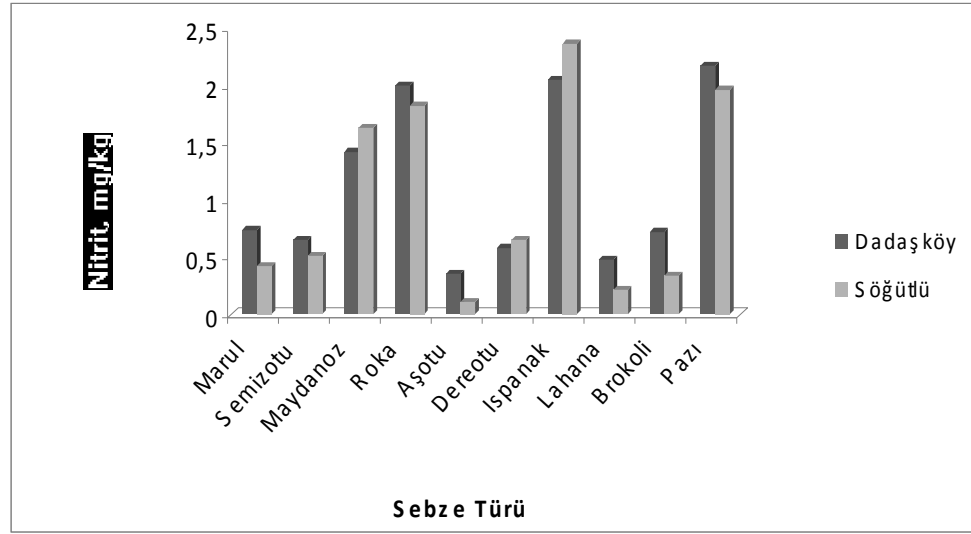
Çizelge 4.5. Taze sebzelerin nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Sebze	n	Nitrit, mg/kg
Marul	12	0,59 ^e
Semizotu	12	0,58 ^e
Maydanoz	12	1,53 ^d
Roka	12	1,91 ^c
Aşotu	12	0,24 ^f
Dereotu	12	0,61 ^e
İspanak	12	2,21 ^a
Lahana	12	0,34 ^f
Brokoli	12	0,53 ^e
Pazı yaprağı	12	2,07 ^b

Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır

Sebze türünün sebzelerin nitrit içeriği üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$) (Çizelge 4.4). Duncan Çoklu Karşılaştırma sonucuna göre en düşük ortalama nitrit miktarı aşotunda, en yüksek nitrit içeriği ise ıspanakta belirlenmiştir. Sebzelerin nitrit miktarı bakımından dereotu, marul, semizotu ve brokoli sebzeleri arasında önemli bir farklılık olmadığı ve dereotunun marul, semizotu ve brokoliye göre daha fazla nitrit içerdiği bulunmuştur. Ayrıca lahana ve aşotu arasında da önemli bir fark olmadığı gibi aşotunun lahanaya göre daha az nitrit içerdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Nitrit miktarı bakımından 1. sırayı alan ıspanak, JECFA'nın yetişkinler için önerdiği ADI değeri ile kıyaslandığında (0-0,06 mg nitrit / kg vücut ağırlığı ve buna göre 60 kg ağırlığındaki bir yetişkinin günlük alabileceği maksimum nitrit miktarı 3.6 mg/kg) belirlenen maksimum seviyenin altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4.2. Taze sebzelerin nitrit miktarı üzerine tür x yöre interaksyonunun etkisi

Sebzelerin nitrit içeriği üzerine yöre farkının etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$) (Çizelge 4.4). Sebzelerin nitrit miktarı üzerine tür ve yöre interaksyonunu etkisi Şekil 4.2’de verilmiştir.

Erkmen ve ark. (1990) İstanbul’daki marketlerden aldıkları 31 farklı sebze nitrit seviyesinin 0,10-2,96 mg/kg aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Ege bölgesinde tüketilen sekiz farklı sebzeden alınan 24 örneğin ortalama nitrit miktarı 7,43 mg/kg olarak bulunmuştur. En fazla nitrit miktarı semizotunda 26,33 mg/kg seviye ile tespit edilirken, ıspanak ve diğer sebze örneklerinde nitrit tespit edilememiştir (Özdestan ve Üren 2008). Ezeagu and Fafunso (1995) yedi farklı yeşil yapraklı sebzelerin nitrat ve nitrit içeriğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; taze sebzelerde ortalama nitrit miktarını 0,44 seviyesinde tespit etmişlerdir.

Araştırmada marulun ortalama nitrit içeriği 0,59 mg/kg seviyesinde bulunmuştur (Çizelge 4.5). Siciliano *et al.* (1975) taze marulun nitrit miktarının 0,40 ppm olduğunu belirtmişlerdir. Petersen and Stoltze (1999), Danimarka’da 1993-1996 yılları arasında aldıkları marullarda nitrit miktarını 0,20 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Chung *et al.* (2003) Kore’de yaptıkları çalışmada sebzelerin nitrit içeriğinin ortalama 0,60 mg/kg olduğunu ve sebzeler arasında nitrit bakımından farklılık bulunmadığını

vurgulamışlardır. Yordanov *et al.* (2001) Bulgaristan'dan aldıkları marullarda ortalama nitrit miktarını 3,04 mg seviyesinde bulmuşlardır. Ayaz vd (2007) yaptıkları çalışmada, marulun nitrit içeriğini ortalama 0,84 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Kavak vd (2003) marulda (*Lactuca sativa var. capitata*) nitrit miktarının 0,91-2,74 ppm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırmaları sonucunda buldukları nitrit içeriğinin insan sağlığı için risk oluşturmadığını vurgulamışlardır. Araştırmada elde edilen marulun nitrit miktarının Chung *et al.* (2003)'nin buldukları değer ile paralellik gösterdiği, Yordanov *et al.* (2001), Ayaz vd (2007) ve Kavak vd (2003)'nin buldukları değerlerden daha düşük, Siciliano *et al.* (1975) ve Petersen and Stoltze (1999)'nin buldukları değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada ıspanağın ortalama nitrit içeriğinin 2,21 mg/kg düzeyinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Shokrzadeh *et al.* (2007) İran'da 3 farklı şehirden aldıkları ıspanaklarda nitrit tespit edememişlerdir. Teitoia *et al.* (1988) Hindistan'da satılan ıspanaklarda ortalama nitrit miktarlarını 4,7 mg/kg olarak bulmuşlardır. Jaworska (2005a) ıspanağın nitrit seviyesinin 0,09-0,77 mgNO₂/kg yaş ağırlık arasında değiştiğini tespit etmiştir. Yordanov *et al.* (2001) ıspanağın nitrit miktarını 7,44 mg/kg düzeyinde bulmuşlardır. Hunt and Turner (1994), İngiltere'de yaptıkları çalışmada; 606 sebzedden 566'sında nitrit bulunmadığını, 40 sebzenin nitrit içeriğinin 0,40 mg/kg'dan daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca yenilemeyecek durumda bozulmuş olan 4 ıspanak örneğinin nitrit miktarının 12-222 mg/kg arasında değiştiğini bulmuşlardır. Ayaz vd (2007) yaptıkları çalışmada; ıspanakta nitrit miktarını 2,31 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Araştırmada yörelerden alınan ıspanağın nitrit miktarının Teitoia *et al.* (1988), Yordanov *et al.* (2001) ve Ayaz vd (2007) buldukları değerlerden daha düşük, Jaworska (2005a) ve Hunt and Turner (1994) buldukları değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada elde edilen değerler literatürde belirtilen sınırlar arasında değişmektedir.

Araştırmada lahananın ortalama nitrit içeriğinin 0,34 mg/kg seviyesinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Yordanov *et al.* (2001) yaptıkları çalışmada lahananın nitrit miktarını 1,02 mg/kg düzeyinde bulmuşlardır. Siciliano *et al.* (1975) taze sebzeler

üzerinde yaptıkları bir çalışmada lahananın nitrit miktarını 0,50 ppm olarak tespit etmişlerdir. Araştırma sonucu lahananın nitrit miktarının Siciliano *et al.* (1975) ve Yordanov *et al.* (2001)'nın buldukları değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir.

Çalışmada brokolinin ortalama nitrit miktarının 0,53 mg/kg düzeyinde olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.5). Thomson *et al.* (2007) Yeni Zellanda'da sebzeler üzerinde yaptıkları çalışmada en yüksek seviyede nitrit miktarını brokolide 27 mg/kg seviyesinde tespit etmişlerdir. Araştırmada elde edilen brokolinin nitrit miktarının Thomson *et al.* (2007)'nın buldukları değerden oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Araştırmada maydanozun ortalama nitrit içeriği 1,53 mg/kg seviyesinde bulunmuştur (Çizelge 4.5). Ayaz vd (2007) maydanozda nitrit miktarını 1,78 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. Yordanov *et al.* (2001) maydanozda nitrat tespit ederken, nitrit tespit edememişlerdir. Araştırma sonucunda elde edilen maydanozun nitrit miktarı Ayaz vd (2007) buldukları sonuç ile paralellik göstermektedir.

Siciliano *et al.* (1975) çeşitli marketlerden temin ettikleri taze sebzelerde nitrit miktarının 0.2-6 ppm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Pennington (1998) nitrit miktarının birçok sebze ve meyvede 0 ile 1 mg/kg arasında gibi az miktarda bulunduğunu belirtmiştir. Sebzelerdeki nitrit miktarı nitrata kıyasla düşük bulunmuştur. Nitrit, taze hasar görmemiş bitki dokularında genellikle düşüktür. Bitkide nitrit miktarlarında artış endojen nitrit redüktaz enzim aktivitesindeki azalma veya mikrobiyal nitratin nitrite indirgenmesiyle açıklanabilmektedir (Heisler *et al.* 1974; Walker 1975).

Artık vd (2002) yapraklı sebzelerde nitrat içeriğinin yüksek olduğunu, bunu köklü sebzelerin izlediğini, en düşük nitrat içeriğinin ise meyvelerde olduğunu belirtmişlerdir. Dejonckheere *et al.* (1994) 80 farklı sebze, 9 farklı meyve ve içme suyu da dahil olmak üzere toplam 1369 örneğin nitrat miktarlarını araştırmış ve özellikle yeşil yapraklı sebzelerin diğerlerine göre daha fazla nitrat içerdiğini belirlemişlerdir. Ancak inceledikleri sebze örneklerinin izin verilen limitleri aşmadığını belirtmişlerdir. Meah *et al.* (1994) 1985 yılında İngiltere'de çeşitli gıdalarla vücuda alınan nitrat ve nitrit

düzeylerini belirlemek için yaptıkları çalışmada; insanların bünyelerine günde 54 mg seviyesinde nitrat, 2,4-4,2 mg seviyesinde de nitrit aldıklarını ve diyetle alınan nitratin dörtte üçünün sebze tüketimiyle sağlandığını vurgulamışlardır.

Thomson *et al.* (2007) Yeni Zellanda'da tüketilen et ürünleri, işlenmiş gıda ve çeşitli sebzelerin nitrat ve nitrit düzeylerini belirlemek için yaptıkları çalışmada; en yüksek seviyede nitrati marulda, nitriti ise brokolide bulmuşlardır. İnsanların bünyelerine çeşitli gıdalarla aldıkları nitritin sağlık açısından riskli olduğunu ve çeşitli gıdalarla vücuda alınan nitrat ve nitritin günde alınması gereken limitleri aştığını belirtmişlerdir. Borawska *et al.* (1994) Polonya'da bazı sebzelerin nitrat ve nitrit seviyelerini belirlemek için yaptıkları çalışmada; lahanada, maydanoz, patates, kereviz, havuç ve pancar sebzelerinde nitrit miktarını düşük seviyede bulurken, nitrat seviyesinin Polonya'da izin verilen limitleri aştığını tespit etmişlerdir.

Susin *et al.* (2006) 1996-2002 yılları arasında Slovenya'da 14 farklı tarım ürününe ait 924 örneğin nitrat ve nitrit içeriğini incelemiş ve nitrat seviyesini en yüksek marulda ve lahanada, en düşük nitrat seviyesini ise meyvelerde tespit etmişlerdir. Kereviz, elma, patates ve armut hariç diğer sebze ve meyvelerin nitrit içeriğinin 0,5 mg/kg seviyesini aşmadığını bulmuşlardır. Teresa *et al.* (2009) bazı işlem uygulamalarının turpgiller familyasına ait sebzelerin nitrat ve nitrit içeriğine etkilerini inceledikleri çalışmada; işlem görmemiş sebzelerden kıvrıcık lahananın en yüksek nitrat (302 mg/kg), karnabaharın ise en düşük nitrat (61 mg/kg) içeriğine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Nitrit miktarını en fazla (3,49 mg/kg) seviye ile beyaz karnabahar da, en düşük (1,47 mg/kg) seviye ile yeşil karnabahar da bulmuşlardır. Sebzelere uygulanan soldurma, haşlama, dondurarak muhafaza ve haşlama sonrası dondurma işlemlerinin nitrat ve nitrit içeriğinde önemli değişimlere neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Miedzobrodzka *et al.* (1992) 1987-1989 yılları arasında Polonya'da üç farklı yöreden aldıkları iki havuç çeşidinde ortalama nitrat miktarının 349 mg/kg olduğunu, aynı çeşide ait sebze örnekleri arasında farklılığın bulunduğunu ve bunun nedeninin toprak özellikleri, hasat zamanı, azotlu gübre dozu ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmalarında ortalama nitrit miktarının 3,1 mg/kg gibi yüksek seviyede olmasını ise hasat sırasında veya analiz süresince mikrobiyal faaliyetlere bağlı olarak nitratın azalarak nitrite dönüşümüne bağlamışlardır. Markowska *et al.* (1995b) yaptıkları çalışmada; inceledikleri sebzelerin nitrat içeriğinin yönetmeliğin izin verdiği sınırları aştığını ve şehir içinden aldıkları sebzelerin nitrat ve nitrit içeriğinin şehir dışından aldıkları sebzelerin içeriğinden daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Rostkowski *et al.* (1994) 1992 yılında Polonya’da marketlerden aldıkları çeşitli sebzelere ait 248 örnekten marul, turp, dereotu, maydanoz, havuç, pancar ve patatesin nitrat içeriğinin Polonya’da sebzeler için izin verilen nitrat sınırlarını aştığını belirtirlerken, havuç hariç diğer sebzelerde nitrit tespit etmişlerdir. Bilezik and Golacka (1991) marul, lahana, patates, pancar ve havuç gibi sebzelere ait 1215 örneğin nitrat ve nitrit içeriklerini inceledikleri çalışmada; sebzelerin nitrat içeriğini yüksek bulurken nitrit konsantrasyonunun 1 mg/kg seviyesini aşmadığını belirtmişlerdir.

Araştırmada incelenen sebze örnekleri ile literatürde yer alan çeşitli çalışmalarda belirtilen sebzelerin nitrat ve nitrit içeriklerinin geniş bir değişim aralığında olduğu görülmektedir. Bunun muhtemel nedenlerinden birisi bitkiye uygulanan azotlu gübre çeşit ve miktarı gösterilebilir. Bunun yanında üretimin yapıldığı arazi yapısı, toprak özellikleri ve üreticilerin uyguladığı işlemler de nitrat ve nitrit birikimini etkilemektedir. Artık vd (2002) gübrelemenin yanı sıra nitrat birikimi üzerine tür, çeşit, bitki kısımları, vejetasyon periyodu, hasat zamanı, toprak özellikleri ve mevsim koşulları gibi faktörlerin etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Tosun ve Üstün (2004) seralarda yüksek sıcaklık ve düşük ışık şiddeti nedeniyle sebzelerdeki nitrat birikiminin arttığını belirtmişlerdir. Maynard (1978) yaptığı çalışmada; sebzelerdeki nitrat akümülayonu üzerinde ışık ve sıcaklık gibi çevre faktörlerinin rol oynadığı ayrıca azotlu gübrelerin form ve dozlarının da etkili olduğunu belirtmiştir.

4.2. Teknolojik İşlem Uygulamalarının Sebzelerin Nitrat ve Nitrit İçeriğine Etkisi

4.2.1. Doğrudan dondurulup saklama işleminin sebzelerin nitrat ve nitrit içeriğine etkisi

Sebzelerde doğrudan dondurma işleminin nitrat ve nitrit miktarlarına etkisini belirlemek için tüm sebzeler (marul, maydanoz, dereotu, aşotu, semizotu, roka, ıspanak, lahana, brokoli, pazı yaprağı) -24°C 'de dondurularak 6 ay muhafaza edilmiştir. Muhafaza sonrası donmuş haldeki sebzeler analize alınmadan yaklaşık 12 saat önce buzdolabı şartlarında çözündürülmüştür.

Yörelere alinan taze ve doğrudan dondurulup sakalanan sebzelerin nitrat ve nitrit miktarları Çizelge 4.6'da, sebzelerin nitrat değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de, sebzelerin nitrat miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ise Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Taze ve doğrudan dondurulup saklanan sebzelerin nitrat ve nitrit miktarları, mg/kg

Yöre	Saklama süresi, ay	Sebze Türü	Örnek sayısı, n	Nitrat	Nitrit
Dadaşköy Köyü	0 (taze)	Marul	6	678,92	0,75
		Semizotu	6	630,89	0,66
		Maydanoz	6	605,89	1,43
		Roka	6	812,08	2,01
		Aşotu	6	502,27	0,36
		Dereotu	6	186,10	0,58
		İspanak	6	1236,16	2,05
		Lahana	6	270,67	0,48
		Brokoli	6	437,76	0,72
		Pazı yaprağı	6	1043,19	2,18
	6 (-24°C 'de)	Marul	6	604,23	0,69
		Semizotu	6	548,82	0,62
		Maydanoz	6	522,76	1,36
		Roka	6	739,88	1,84
		Aşotu	6	467,12	0,33
		Dereotu	6	168,51	0,55
		İspanak	6	1087,83	1,83
		Lahana	6	232,18	0,43
		Brokoli	6	389,64	0,69
		Pazı yaprağı	6	898,12	2,05

Çizelge 4.6. (devam)

Yöre	Saklama süresi, ay	Sebze Türü	Örnek sayısı, n	Nitrat	Nitrit
Söğütlü Köyü	0 (taze)	Marul	6	263,54	0,43
		Semizotu	6	469,36	0,51
		Maydanoz	6	785,45	1,64
		Roka	6	1093,72	1,82
		Aşotu	6	246,31	0,12
		Dereotu	6	155,11	0,65
		Ispanak	6	1084,89	2,37
		Lahana	6	583,65	0,21
		Brokoli	6	459,95	0,34
		Pazı yaprağı	6	965,48	1,96
	6 (-24°C'de)	Marul	6	240,11	0,40
		Semizotu	6	427,09	0,46
		Maydanoz	6	698,76	1,51
		Roka	6	986,37	1,64
		Aşotu	6	220,19	0,10
		Dereotu	6	146,23	0,60
		Ispanak	6	987,25	2,24
		Lahana	6	514,62	0,19
		Brokoli	6	424,15	0,31
		Pazı yaprağı	6	851,63	1,89

Sebzelerin dondurularak muhafaza edilmesi nitrat miktarını azaltıcı yönde etkiye bulunmuştur. Dadaşköy yöresinden alınan taze haldeki maydanozun nitrat seviyesinin 605,89 mg/kg'dan; dondurarak muhafaza ile 522,76 mg/kg'a, brokolinin nitrat seviyesinin ise 437,76 mg/kg'dan 389,64 mg/kg'a düştüğü tespit edilmiştir. Söğütlü yöresine ait lahananın nitrat düzeyinin 583,65 mg/kg'dan dondurarak muhafaza ile 514,62 mg/kg'a, ıspanağın nitrat seviyesinin ise 1084,89 mg/kg'dan 987,25 mg/kg seviyesine düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.7. Doğrudan dondurulan sebzelerin nitrat miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yöre (Y)	1	15813,47	635,05**
Sebze Türü (S)	9	1078857,96	43326**
Doğrudan Dond. (D)	1	137888,92	5537,5**
(Y)*(S)	9	147035,40	5904,81**
(Y)*(D)	1	1341,88	53,889**
(S)*(D)	9	4409,907	177,098**
(Y)*(S)*(D)	9	704,84	28,306**
Hata	80	36,812	
Toplam	120		

** P<0.01, * P<0.05 seviyesinde önemli

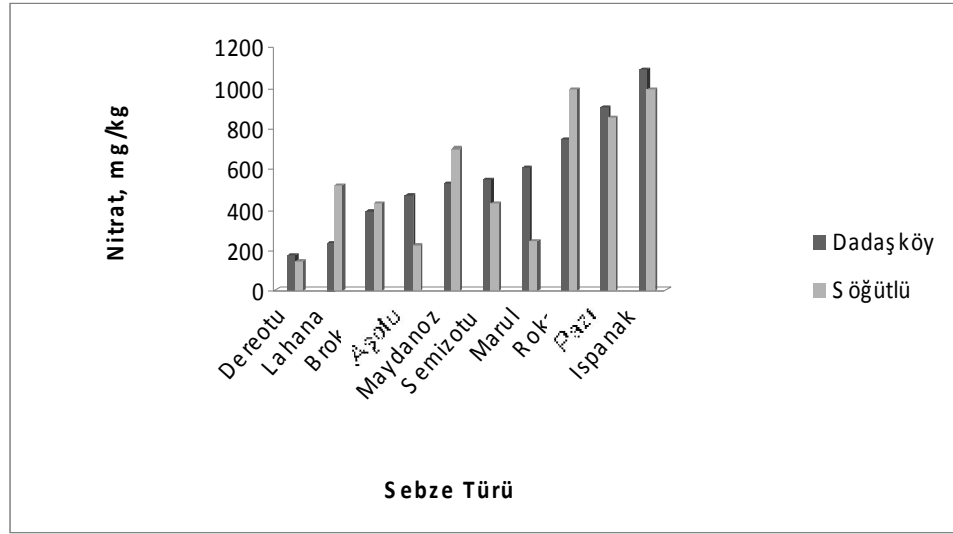
Çizelge 4.8. Doğrudan dondurulan sebzelerin nitrat miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Sebze	n	Nitrat, mg/kg
Marul	24	446,71 ^f
Semizotu	24	519,05 ^e
Maydanoz	24	653,23 ^d
Roka	24	908,02 ^c
Aşotu	24	358,98 ^j
Dereotu	24	164,00 ⁱ
Ispanak	24	1099,04 ^a
Lahana	24	400,29 ^h
Brokoli	24	427,89 ^g
Pazı yaprağı	24	939,62 ^b

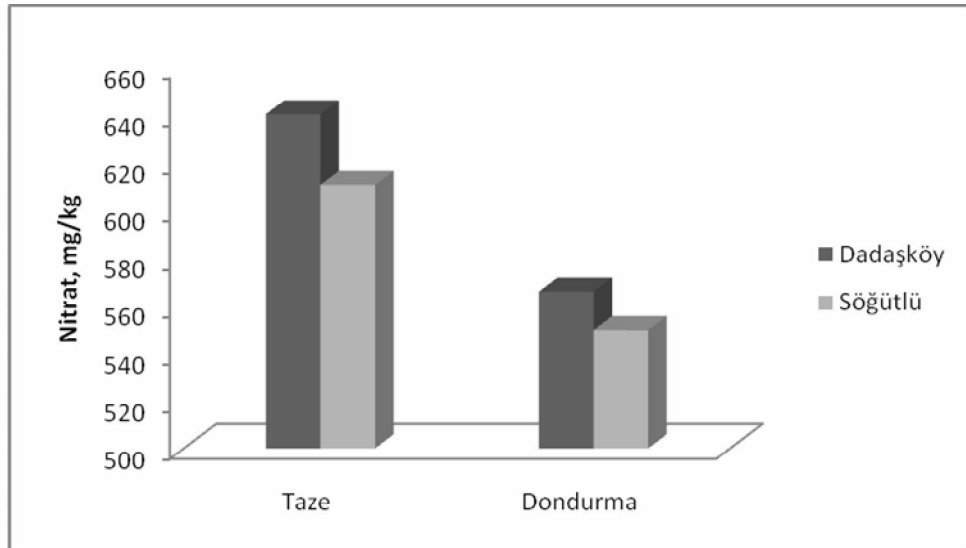
Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır

Şekil 4.3’de sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x yöre interaksyonunun etkisi, Şekil 4.4 sebzelerin nitrat miktarı üzerine yöre x doğrudan dondurma işlem interaksyonunun etkisi, Şekil 4.5’de ise sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x doğrudan dondurma işlem interaksyonunun etkisi gösterilmiştir.

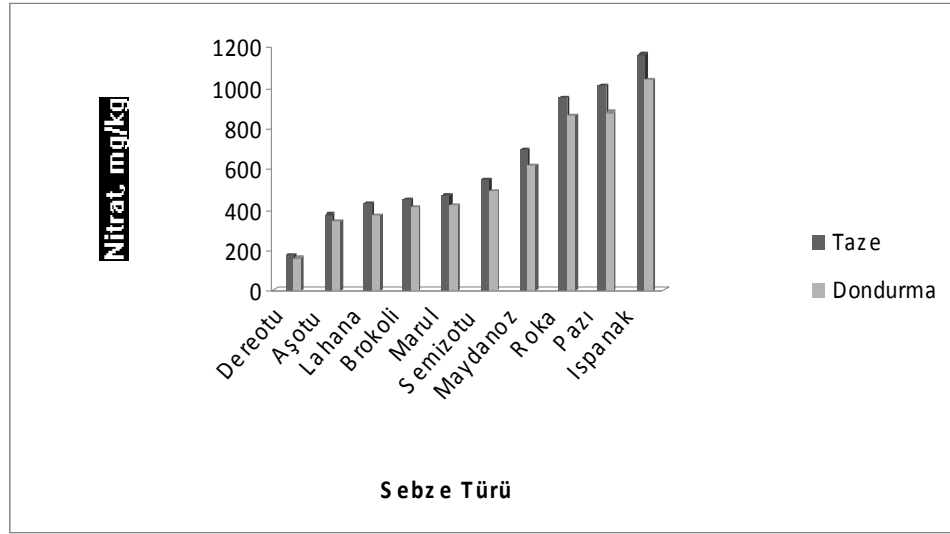
Sebzelerin nitrat içeriği üzerine doğrudan dondurma işleminin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$) (Çizelge 4.7). Duncan Çoklu Karşılaştırma sonuçlarından dondurarak muhafaza işlemi sonucunda en düşük nitrat içeriği dereotunda en yüksek nitrat içeriği ıspanakta belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Sebzelerin dondurularak -24°C ’de 6 ay muhafazası ile nitrat düzeyinin %5-14 arasında değişen oranlarda azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. Sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x yöre interaksyonunun etkisi



Şekil 4.4. Sebzelerin nitrat miktarı üzerine yöre x doğrudan dondurma işlem interaksyonunun etkisi



Şekil 4.5. Sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x doğrudan dondurma işlem etkisi

Araştırmada elde edilen sonuca göre taze haldeki ıspanağın nitrat seviyesi dondurarak muhafaza işlemi ile ortalama %5,3 seviyesinde azalmıştır. Petersen and Stoltze (1999) yaptıkları çalışmada, ıspanağın dondurulmasıyla nitrat içeriğinin azaldığını belirlemişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada, taze sebzelerin -10°C veya 2°C sıcaklıkta birkaç gün muhafaza edilmesi sırasında nitrat içeriğinin çok az değiştiği fakat 26°C veya 32°C sıcaklıkta bekletilen sebzelerin ise nitrat miktarının gittikçe azaldığı tespit edilmiştir (Lin and Yen 1980). Sebzelerin hasat sırasında içerdiği nitrat miktarı önemli olduğu gibi, sebzelerle uygulanan çeşitli hazırlama, haşlama ve dondurma aşamalarında oluşabilecek değişiklikler de önemlidir. Ayrıca gıdaların nitrat içeriğinin yüksek olması depolanma ve işlenme sırasında nitratın nitrite dönüşmesinde büyük bir tehlike oluşturabilmektedir (Phillips 1968).

Bednar *et al.* (1991) yaptıkları çalışmada, evde dondurma işleminin ticari amaçlı dondurma işlemine göre ıspanakların nitrat seviyesini düşürmede daha etkili olduğunu fakat aralarında önemli bir farkın bulunmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca evde dondurulan ıspanakların nitrat ve nitrit seviyesinin saklama süresinden etkilenmediğini tespit etmişlerdir. Siciliano *et al.* (1975) yaptıkları çalışmada; taze ve dondurulmuş

sebzelerin nitrat miktarlarının literatürde belirtilen değerler arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmada elde edilen sonuca göre taze haldeki maydanozun nitrat seviyesi dondurarak muhafaza işlemi ile ortalama %6,20 seviyesinde azalmıştır. Lisiewska and Kmiecik (1997) dondurularak muhafaza edilen maydanozun nitrat miktarında önemli seviyede azalma belirlemişlerdir.

Roszczenko *et al.* (2001) sebzelerin -15°C’de 1 ve 3 ay muhafazası ile nitrat içeriğinin pek etkilenmediğini tespit etmişlerdir. Nabrzyski and Gajewska (1994) 1989-1992 yılları arasında taze ve dondurulmuş sebzelerde yaptıkları çalışmada; dondurma işleminin nitrat seviyesini azaltma yönünde etki yaptığını belirtmektedirler. Teresa *et al.* (2009) haşlama sonrası 48 saat dondurma ile sebzelerin taze sebzeye göre nitrat seviyesinde azalma belirlemişlerdir.

Kmiecik *et al.* (2004) dereotunun nitrat seviyesinin soğukta ve dondurarak muhafaza ile etkilenmediğini tespit etmişlerdir. Jaworska (2005b) Yeni Zelanda’da yaptığı çalışmada; taze ıspanağın düşük seviyede nitrat içerdiğini dondurarak muhafazanın nitrat miktarını etkilemediğini belirtmiştir. Lee *et al.* (1971) ise dondurulmuş ıspanak ve ıspanak püresinin 6 ay buzdolabında muhafazası ile nitrat miktarlarında önemli bir değişiklik belirlememişlerdir. Mendicoa *et al.* (1997) taze brokolide nitrat seviyesinin 48-97 ppm arasında değiştiğini ve dondurma işlemi ile bu seviyenin 127-232 ppm aralığına yükseldiğini ve bu artışın işleme suyunun nitrat içeriğinin yüksek oluşundan kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Avrupa Birliği Komisyonu dondurulmuş ıspanak için maksimum izin verilen nitrat miktarını yaş ağırlık üzerinden 2000 mg/kg olarak belirlemiştir (Anonymous 2002a). Araştırma sonucunda bulunan değer izin verilen değer altında olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.9’da doğrudan dondurulan sebzelerin nitrit değerlerine ait varyans analiz sonuçları, Çizelge 4.10’da sebzelerin nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları verilmiştir. Şekil 4.6’da ise sebzelerin nitrit miktarı üzerine tür x yöre interaksiyonunun etkisi gösterilmiştir.

Sebzelerin dondurularak muhafaza edilmesi ile nitrit miktarlarının azaldığı tespit edilmiştir. Söğütlü yöresine ait semizotunun nitrit düzeyinin 0,51 mg/kg’dan, dondurarak 6 ay muhafaza ile 0,46 mg/kg seviyesine, aşotunun nitrit miktarının ise 0,12 mg/kg’dan, 0,10 mg/kg’a düştüğü belirlenmiştir. Dadaşköy yöresinden alınan taze haldeki ıspanağın nitrit miktarının 2,05 mg/kg’dan, yine dondurarak 6 ay muhafaza ile bu değer 1,83 mg/kg’a, maydanozun nitrit miktarının ise 1,43 mg/kg’dan, 1,36 mg/kg seviyesine düştüğü tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.9. Doğrudan dondurulan sebzelerin nitrit miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yöre (Y)	1	0,370	45,631**
Sebze Türü (S)	9	6,721	829,737**
Doğrudan Dond. (D)	1	0,178	21,958**
(Y)*(S)	9	0,167	20,651**
(Y)*(D)	1	0,001	0,133
(S)*(D)	9	0,010	1,249
(Y)*(S)*(D)	9	0,001	0,168
Hata	80	0,010	
Toplam	120		

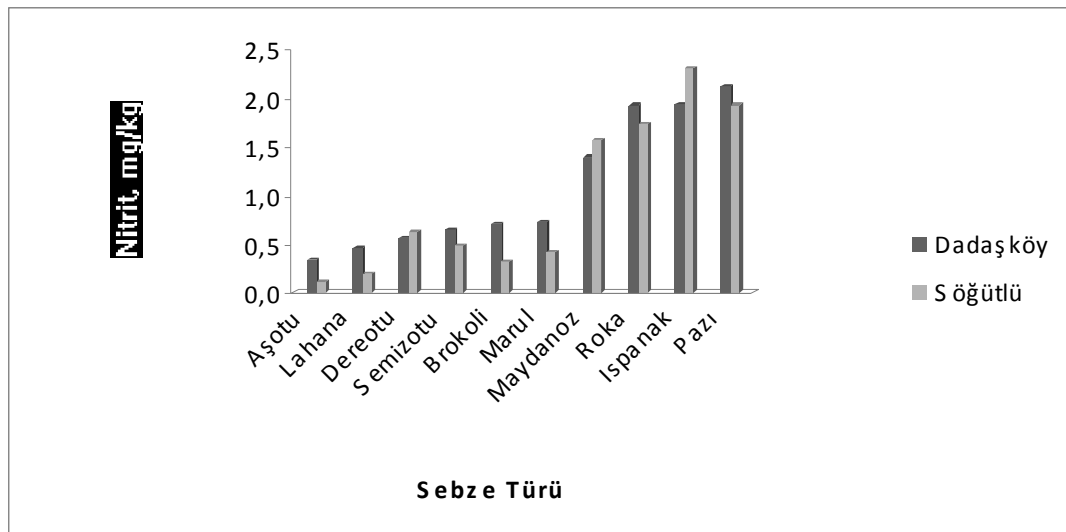
** P<0.01, * P<0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.10. Doğrudan dondurulan sebzelerin nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Sebze	n	Nitrit, mg/kg
Marul	24	0,56 ^{ef}
Semizotu	24	0,56 ^{ef}
Maydanoz	24	1,48 ^d
Roka	24	1,82 ^c
Aşotu	24	0,22 ^h
Dereotu	24	0,59 ^e
Ispanak	24	2,12 ^a
Lahana	24	0,32 ^g
Brokoli	24	0,51 ^f
Pazı yaprağı	24	2,02 ^b

Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır

Taze sebzelerin nitrit içeriği üzerine doğrudan dondurarak muhafaza işleminin önemli düzeyde etki ettiği belirlenmiştir ($p < 0.01$) (Çizelge 4.9). Duncan Çoklu Karşılaştırma sonuçlarına göre doğrudan dondurulan sebzelerden en yüksek nitrit içeriği ıspanakta, en düşük nitrit içeriği ise aşotunda belirlenmiştir. Sebzelerin nitrit miktarı bakımından marul ve semizotu sebzeleri arasında önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.10). Sebzelerin dondurularak -24°C 'de 6 ay muhafazası ile nitrit içeriklerinin %3-10 arasında değişen oranlarda azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.6. Sebzelerin nitrit miktarı üzerine tür x yöre etkisi

Petersen and Stoltze (1999) yaptıkları çalışmada, ıspanağın dondurulmasıyla nitrit içeriğinin azaldığını belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre taze haldeki ıspanağın dondurularak muhafazası ile nitrit miktarı ortalama %4 düzeyinde azalmıştır. Bizim araştırma sonucumuzun bu çalışma ile uyum ile içinde olduğu görülmektedir. Lin and Yen (1980) yaptıkları çalışmada, taze sebzelerin -10°C veya 2°C sıcaklıkta birkaç gün muhafaza edilmesi ile nitrit içeriğinin çok az değiştiğini, fakat 26°C veya 32°C sıcaklıkta bekletilen sebzelerin ise nitrit seviyesinin arttığını tespit etmişlerdir.

Roszczenko *et al.* (2001) sebzelerin -15°C’de bir ve üç ay muhafaza edilmesi ile nitrit içeriğinin önemli seviyede azaldığını bulmuşlardır. Bizim araştırmamızın sonuçları da bu veriler ile uygunluk göstermiştir. Ancak bizim bulgularımızın tersine Bednar *et al.* (1991) yaptıkları bir araştırmada, evde dondurulan ıspanakların nitrit seviyesinin saklama süresinden etkilenmediğini belirtmişlerdir. Ayrıca Siciliano *et al.* (1975) yaptıkları bir çalışmada bizim bulgularımız ve diğer bazı araştırmacıların tersine nitrit miktarını taze sebzelerde 0,2-6 ppm arasında, dondurulmuş sebzelerde 0,4-6,1 ppm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Teresa *et al.* (2009) ise haşlama sonrası 48 saat dondurma ile sebzelerin nitrit seviyesinde herhangi bir değişiklik bulamamışlardır.

Bosch *et al.* (1995) ıspanağın dondurularak muhafazası ile nitrit düzeyinin değişmediğini ve Kmiecik *et al.* (2004)’da soğukta ve dondurarak muhafaza edilen dereotunun nitrit içeriğinin bu işlemlerden etkilenmediğini belirlemişlerdir. Jaworska (2005b) yaptığı çalışmada; Yeni Zelanda’dan aldığı taze ıspanakların düşük seviyede nitrit içerdiğini ve dondurularak muhafazası ile nitrit miktarının bizim bulgularımızın tersine arttığını tespit etmiştir. Lee *et al.* (1971) ise dondurulmuş ıspanak ve ıspanak püresinin 6 ay buzdolabında muhafazası ile nitrit miktarında önemli bir değişiklik belirlememişlerdir. Mendicoa *et al.* (1997) taze brokolinin nitrit seviyesinin dondurma işleminden çok az düzeyde etkilendiğini vurgulamışlardır.

Avrupa Birliği Komisyonu ve Türk Gıda Kodeks Yönetmeliği’nde dondurulan sebzelerin nitrit miktarları için herhangi bir sınırlama bulunmamaktadır.

Taze ve işlenmiş sebzelerin nitrat ve nitrit içeriği dondurarak muhafaza sırasında azalabilmekte veya değişmeden kalabilmektedir. Nitrat düzeyinin azalmasının yanı sıra nitrit düzeylerinde de bir artış meydana gelebilmektedir. Oda sıcaklığında depolama sırasında bakteriyel etki nedeniyle nitrat nitrite dönüşebilir. Soğutma ve dondurma bakteriyel gelişimi ve dolayısıyla dönüşümü azaltmaktadır. Yapılan bir çalışmada; dondurularak depolanan ıspanağın nitrit miktarında değişme olmadığını, fakat dondurulmuş ıspanağın oda sıcaklığında çözündürülmesi ile nitrit miktarının arttığını belirtilmiştir (Phillips 1968).

Sebzelere uygulanan yıkama, ayıklama, kesme, doğrama, törpüleme, kabuk soyma, haşlama, dondurma ve soğukta muhafaza gibi hazırlama ya da teknolojik işlemlerin bileşimi değiştirdiği, kayıplara yol açtığı da bilinmektedir. Nitrat ve nitritin suda çözünen bileşikler olduğu göz önünde bulundurulduğunda, -24°C’de 6 ay muhafaza sırasında kayıplar söz konusu olduğu gibi sebzelerin dondurularak muhafazası sonrası analize alınmadan önce çözündürülmesi esnasında nitrat ve nitritin bir kısmının da çözünme suyuna geçtiği düşünülmektedir. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre sebzelerin dondurulması ile sebze kalan nitrat ve nitrit miktarı azaltılabilir.

4.2.2. Haşlama ve haşlama sonrası dondurarak muhafaza işlemlerinin sebzelerin nitrat ve nitrit içeriğine etkisi

Sebzelerin soğukta muhafaza edilmesi, dondurarak muhafaza edilmesi, konserve edilmesi veya kurutarak muhafaza edilmesi yöntemlerinde uygulanan işlem ön haşlama işlemidir (Cemeroğlu 2007). Ispanak, brokoli, lahana ve pazı yaprağı sebzeleri haşlanmış ve haşlama sonrası dondurularak -24°C’de 6 ay muhafaza edilmiştir. Uygulanan bu işlemlerin sebzelerdeki nitrat ve nitrit içerikleri üzerindeki değişimleri incelenmiştir.

Yörelere alınarak haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrat ve nitrit miktarları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Çizelge 4.12’de haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan nitrat değerlerine ait varyans analiz sonuçları, Çizelge 4.13’de sebzelerin

nitrat miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları, Çizelge 4.14’de sebzelere uygulanan işlemlerin nitrat miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları, Şekil 4.7’de sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x yöre interaksiyonunun etkisi, Şekil 4.8’de ise sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x uygulanan işlem interaksiyonunun etkisi gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrat ve nitrit miktarları, mg/kg

Yöre	İşlem	Saklama Süresi, ay	Örnek sayısı, n	Sebze Türü	Nitrat	Nitrit
Dadaşköy Köyü	Taze	0 (taze)	6	Ispanak	1236,16	2,05
			6	Lahana	270,67	0,48
			6	Brokoli	437,76	0,72
			6	Pazı yaprağı	1043,19	2,18
	Doğrudan dondurma	6 (-24°C’de)	6	Ispanak	1087,83	1,83
			6	Lahana	232,18	0,43
			6	Brokoli	389,64	0,69
			6	Pazı yaprağı	898,12	2,05
	Haşlanmış	0 (taze)	6	Ispanak	445,15	1,13
			6	Lahana	161,78	0,26
			6	Brokoli	210,12	0,53
			6	Pazı yaprağı	596,72	1,06
	Haşlayıp dondurma	6 (-24°C’de)	6	Ispanak	432,65	1,09
			6	Lahana	157,01	0,24
			6	Brokoli	201,36	0,51
			6	Pazı yaprağı	469,42	1,02
Söğütlü Köyü	Taze	0 (taze)	6	Ispanak	1084,89	2,37
			6	Lahana	583,65	0,21
			6	Brokoli	459,95	0,34
			6	Pazı yaprağı	965,48	1,96
	Doğrudan dondurma	6 (-24°C’de)	6	Ispanak	987,25	2,24
			6	Lahana	514,62	0,19
			6	Brokoli	424,15	0,31
			6	Pazı yaprağı	851,63	1,89
	Haşlanmış	0 (taze)	6	Ispanak	488,20	1,42
			6	Lahana	361,86	0,12
			6	Brokoli	192,60	0,19
			6	Pazı yaprağı	618,13	0,64
	Haşlayıp dondurma	6 (-24°C’de)	6	Ispanak	455,65	1,36
			6	Lahana	356,17	0,10
			6	Brokoli	177,69	0,18
			6	Pazı yaprağı	598,42	0,62

Sebzelerin hasat sırasında içerdiği nitrat miktarı önemli olmakla birlikte, sebzelere uygulanan çeşitli hazırlama, haşlama ve dondurma aşamalarında oluşabilecek

değişiklikler de önemlidir (Phillips 1968). Söğütlü yöresinden alınan taze haldeki brokolinin nitrat seviyesi 459,95 mg/kg iken; haşlama ile 192,60 mg/kg'a, dondurarak muhafaza ile 424,15 mg/kg'a, haşlama sonrası dondurarak muhafaza ile 177,69 mg/kg'a düştüğü tespit edilmiştir. Dadaşköy yöresine ait lahananın nitrat düzeyinin 270,67 mg/kg'dan; haşlama ile 161,78 mg/kg, dondurarak muhafaza ile 232,18 mg/kg, haşlama sonrası dondurarak muhafaza ile 157,01 mg/kg seviyesine düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Bitkide nitrit oluşumu ışık ve oksijen gibi pek çok faktörün etkisi altındadır. Bu yüzden sebzelerin hasat edilmesinden depolanmasına ve analize hazırlanmalarına kadar geçen süre içinde nitrat ve nitrit içeriği bakımından pek çok değişimlerin olması muhtemeldir. Bu nedenlerle aynı işlem uygulanmış bitkilerin kendi aralarında bile nitrat ve nitrit içeriği bakımından büyük farklılıklar görülebilmektedir (Güneş 1994).

Çizelge 4.12. Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrat miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yöre (Y)	1	67826,844	2723,86**
Sebze Türü (S)	3	1590878,299	63888,3**
İşlem (İ)	3	994083,498	39921,53**
(Y)*(S)	3	105490,762	4236,41**
(Y)*(İ)	3	3441,566	138,21*
(S)*(İ)	9	99033,366	3977,09**
(Y)*(S)*(İ)	9	9595,726	385,35**
Hata	64	43,701	
Toplam	96		

** P<0.01, * P<0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.13. Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrat miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Sebze	n	Nitrat, mg/kg
İspanak	48	777,23 ^a
Lahana	48	329,75 ^c
Brokoli	48	311,67 ^d
Pazı yaprağı	48	755,15 ^b

Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır

Duncan Çoklu Karşılaştırma sonuçlarına göre haşlanan ve haşlanarak dondurulan sebzelerden en yüksek nitrat içeriği ıspanakta, en düşük nitrat içeriği ise brokolide belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

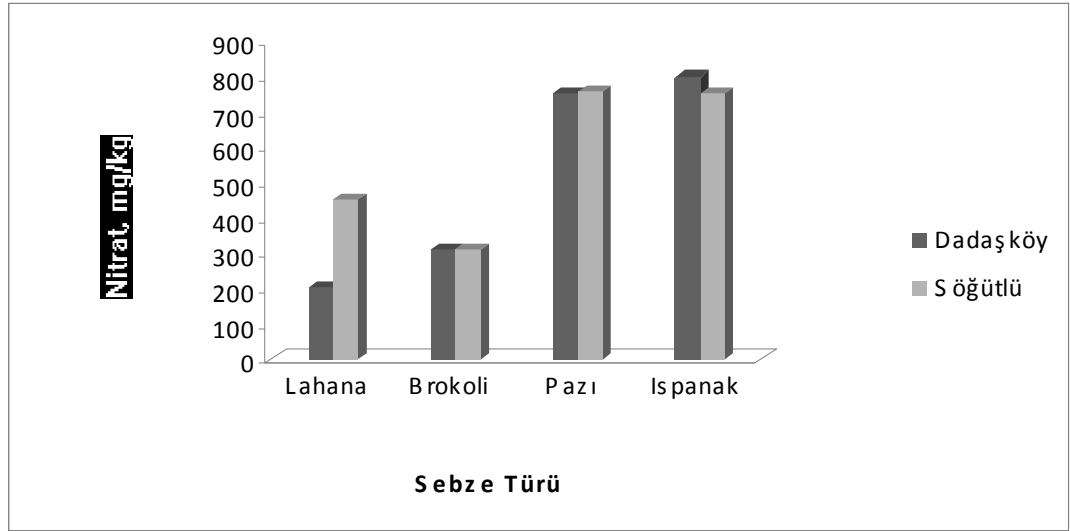
Çizelge 4.14. Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelere uygulanan işlemlerin nitrat miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

İşlem	n	Nitrat, mg/kg
Taze	48	760,23 ^a
Doğrudan dondurma	48	673,19 ^b
Haşlama	48	384,33 ^c
Haşlayıp dondurma	48	356,06 ^d

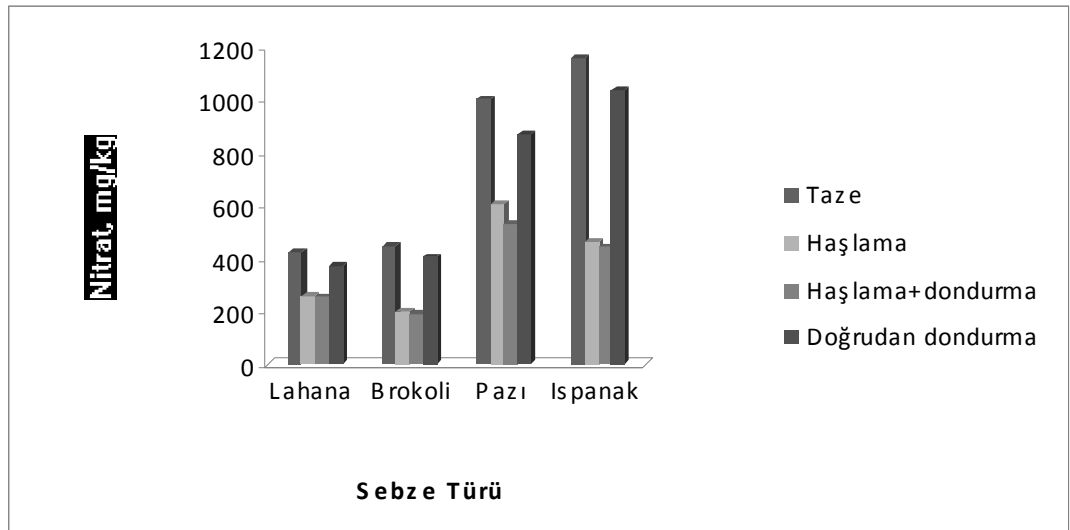
Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır

İspanak, lahana, brokoli ve pazı yaprağı sebzelerinin nitrat içeriği üzerine uygulanan işlemlerin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$) (Çizelge 4.12). Duncan Çoklu Karşılaştırma sonuçlarına göre haşlanarak dondurulan sebze en az düzeyde nitrat içerirken, doğrudan dondurulan sebze en yüksek miktarda nitrat içermektedir (Çizelge 4.14).

Sebzelerin muhafaza öncesi ön haşlama işlemine tabii tutulması nitrat miktarının azaltılması bakımından uygun bir yöntemdir. Nitrat 57°C'nin üzerinde suya geçmektedir. Hücre membranlarının geçirgenliğin daha düşük sıcaklıklarda azaldığı için bu bileşiğin suya geçişi de azalmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda (80-90°C) ise geçiş artmaktadır (Gaiser *et al.* 1997).



Şekil 4.7. Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x yöre etkisinin etkisi



Şekil 4.8. Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x uygulanan işlem etkisinin etkisi

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre; sebzelerin nitrat içeriği haşlanarak dondurulma ve -24°C’de 6 ay muhafaza ile %40-66, haşlanma işlemi ile %35-63 arasında değişen oranlarda azalmıştır. Nitratın çözünabilir özelliği kolaylıkla pişirme suyuna geçmesini sağlamakta olduğu için sebzelerin nitrat ve nitrit içeriği hazırlama ve pişirme aşamalarında değişebilmektedir. Genellikle pişirilmiş sebzelerde nitrat azalma eğilimi

göstermektedir (Mendicoa *et al.* 1997; Pennington 1998; McKnight *et al.* 1999; Amr and Hadidi 2001; Jaworska 2005b). Dejonckheere *et al.* (1994) yaptıkları çalışmada sebzelere tüketilmeden önce yıkama, soyma, pişirme v.b. uygulamalarının nitrat içeriğini önemli derecede azalttığını belirtmişlerdir. Kmiecik and Lisiewska (1999) yaptıkları çalışmada maydanozun haşlanması ile nitrat miktarının %22-33 oranında azaldığını bulmuşlardır. Phillips (1968) ıspanağın haşlanması ile hem nitrat hem de nitritin haşlama suyuna geçerek azaldığını tespit etmiştir. Bu araştırma sonuçları ile bulgularımız paralellik göstermektedir.

Bednar *et al.* (1991) pişirme sırasında sebzelerdeki nitratın pişirme suyuna geçiş miktarının pişirmede kullanılan su miktarına ve pişirme süresine bağlı olduğunu ve taze sebzelerin pişirilmesi ile nitrat içeriklerinin ortalama %14-79 oranında azaldığını belirtmişlerdir. Yapılan bir çalışmada; sebzenin pişirilme süresinin nitrat seviyesini etkilediğini ve özellikle pişirme süresinin artması ile bitki dokusundaki nitratın haşlama suyuna geçerek, miktarının azaldığı belirlenmiştir (Fletcher *et al.* 1987). Markowska *et al.* (1995a) yaptıkları araştırmada sebzelerin haşlanması ile nitrat miktarının %50 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Kmiecik *et al.* (2004) yaptıkları çalışmada, dereotunun nitrat içeriğinin haşlama ile oldukça azaldığını bulmuşlardır. Mendicoa *et al.* (1997) taze brokolide nitrat seviyesinin 48-97 ppm arasında değiştiğini ve pişirme ile bu seviyenin %22-79 oranında azaldığını belirtmişlerdir.

Sistrunk (1980) tarafından yapılan çalışmada; ıspanağa 85°C’de 5 dakika buhar uygulaması ile nitrat içeriğinin ortalama %13,8 oranında azaldığı, aynı sıcaklık derecesindeki sıcak suda haşlama ile nitrat içeriğinin ortalama %25 oranında azaldığını bulmuştur. Peksa *et al.* (2006) soyma, yıkama ve kızartma işlemlerinin patatesin nitrat düzeyini azalttığını ve patates cipsinin nitrat miktarının taze patateslerin nitrat seviyesinin %8-11’i kadar olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada sebzelerin pişirilmesi ile nitratın açığa çıktığı tespit edilmiştir. Pişirme ile bitki dokusu yumuşamakta, hücreler kırılmakta ve nitrat haşlama suyu içine geçmektedir (Fletcher *et al.* 1987). Çakıroğlu (1995) pişirme işleminin domates ve çarliston biberinin nitrat içeriğinde azalmaya sebep olduğunu belirlemiştir. Yapılan başka bir çalışmada,

sebzelerin yıkanması ile nitrat ve nitrit miktarının azaldığı bunun sebebinin nitrat ve nitritin suda çözünen bileşikler olmasından dolayı kolaylıkla suya geçmesi şeklinde açıklanmaktadır (Speijers1996; Mendicoa *et al.* 1997). Bizim çalışmamızda da brokolinin nitrat içeriğinin haşlama işlemi ile önemli derecede düştüğü görülmüştür.

Teresa *et al.* (2009) haşlama sonrası 48 saat dondurma işleminin sebzelerin nitrat seviyesinde taze sebze göre önemli seviyede azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada; pişirme işleminin ıspanak, pancar, marul, lahana, patates, havuç, soğan ve domates gibi sebzelerin nitrat içeriğini ortalama %75 oranında azalttığı, kurutma işleminin ise soğanın nitrat miktarını %100 oranında azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca kurutma işleminin patates ve domatesin nitrat içeriği üzerine etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir (Anonymous 1998b).

Roszczenko *et al.* (2001) maydanoz, kereviz, havuç ve patates sebzelerindeki nitrat içeriğine teknolojik işlemlerin etkisini inceledikleri çalışmada, insan vücudu için aşırı seviyeleri riskli olan nitratın haşlama işlemi ile ortalama %50 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Sohier *et al.* (1976) İngiltere’de yaptıkları çalışmada ıspanağa uygulanan haşlama işleminin nitrat seviyesini ortalama %45 azalttığını belirlemişlerdir. Ezeagu and Fafunso (1995) yeşil yapraklı sebzelerin pişirme ve haşlama işleminin nitrat ve nitrit seviyesine etkisini konu alan çalışmalarında; pişirme ve haşlama ile sebzelerin nitrat seviyesinin azaldığını belirtmişlerdir. Teresa *et al.* (2009) sebzelerin haşlanması ile nitrat içeriğinde etkili bir azalma tespit etmişlerdir. Mozolewski and Smoczynski (2004) patatese uygulanan çeşitli işleme yöntemlerinin nitrat ve nitrit içeriğine etkisini inceledikleri çalışmada; uygulanan işlemlerden nitritin daha fazla etkilendiğini belirlemişlerdir. Patatesin 3 farklı türünde nitrat miktarının 175,4-250,7 mg/kg arasında, nitrit miktarının ise 1,7-4,3 mg/kg seviyelerinde azalarak değiştiğini bulmuşlardır. Patateslere uygulanan yıkama, kabuk soyma ve durulamanın nitrat içeriğini %18-40 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Uygulanan ısı işlemlerin nitrat içeriğini %16-62 oranında azalttığını bulmuşlardır. Kızartma ve haşlama işlemlerinin patateslerin nitrat kaybında en etkili işlemler olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmamızda elde edilen değerler literatürde belirtilen sınırlar arasında değişmektedir.

Çizelge 4.15’de haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan nitrit değerlerine ait varyans analiz sonuçları, Çizelge 4.16’da sebzelerin nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları, Çizelge 4.17’de sebzelere uygulanan işlemlerin nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları, Şekil 4.9’da sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x yöre interaksiyonunun etkisi, Şekil 4.10’da ise sebzelerin nitrit miktarı üzerine tür x uygulanan işlem interaksiyonunun etkisi verilmiştir.

Söğütlü yöresine ait pazı yaprağının nitrit düzeyinin 1,96 mg/kg’dan; haşlama ile 0,64 mg/kg, dondurarak muhafaza ile 1,89 mg/kg, haşlama sonrası dondurarak muhafaza ile 0,62 mg/kg seviyesine düştüğü belirlenmiştir. Dadaşköy yöresinden alınan taze haldeki brokolinin nitrit seviyesi 0,72 mg/kg iken; haşlama ile 0,53 mg/kg’a, dondurarak muhafaza ile 0,69 mg/kg’a, haşlama sonrası dondurarak muhafaza ile 0,51 mg/kg’a düştüğü tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.15. Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrit miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yöre (Y)	1	0,425	265,77**
Sebze Türü (S)	3	12,171	7605,15**
İşlem (İ)	3	2,835	1771,34**
(Y)*(S)	3	0,580	362,33**
(Y)*(İ)	3	0,005	2,912
(S)*(İ)	9	0,546	341,45**
(Y)*(S)*(İ)	9	0,011	7,11**
Hata	64	0,004	
Toplam	96		

** P<0.01, * P<0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.16. Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Sebze	n	Nitrit, mg/kg
Ispanak	48	1,68 ^a
Lahana	48	0,25 ^d
Brokoli	48	0,43 ^c
Pazı yaprağı	48	1,42 ^b

Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır

Duncan Çoklu Karşılaştırma sonuçlarına göre haşlanan ve haşlanarak dondurulan sebzelerden en düşük nitrit içeriği lahanada, en yüksek nitrit içeriği ıspanak ve daha sonra pazı yaprağında tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

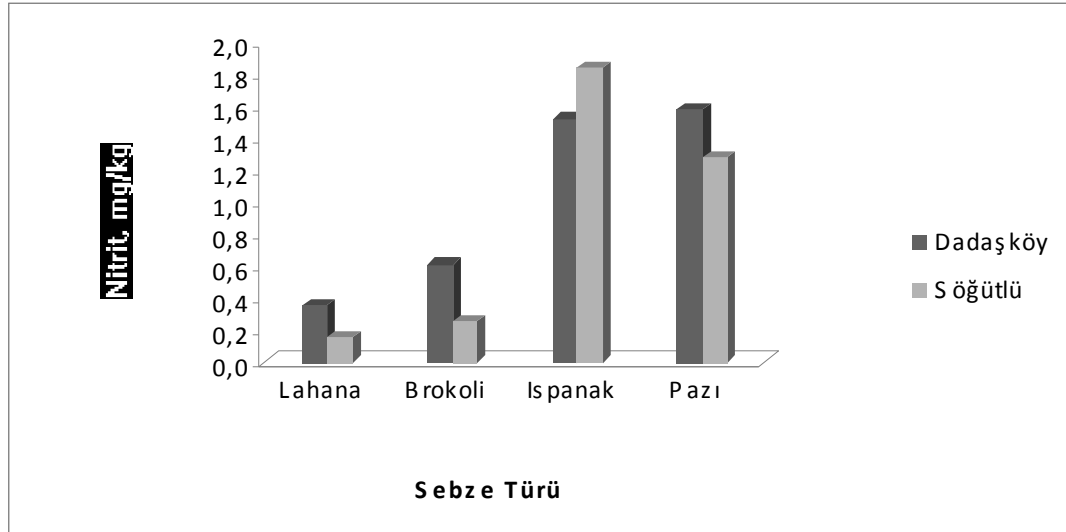
Çizelge 4.17. Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelere uygulanan işlemlerin nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

İşlem	n	Nitrit, mg/kg
Taze	48	1,28 ^a
Doğrudan dondurma	48	1,20 ^b
Haşlama	48	0,66 ^c
Haşlayıp dondurma	48	0,64 ^d

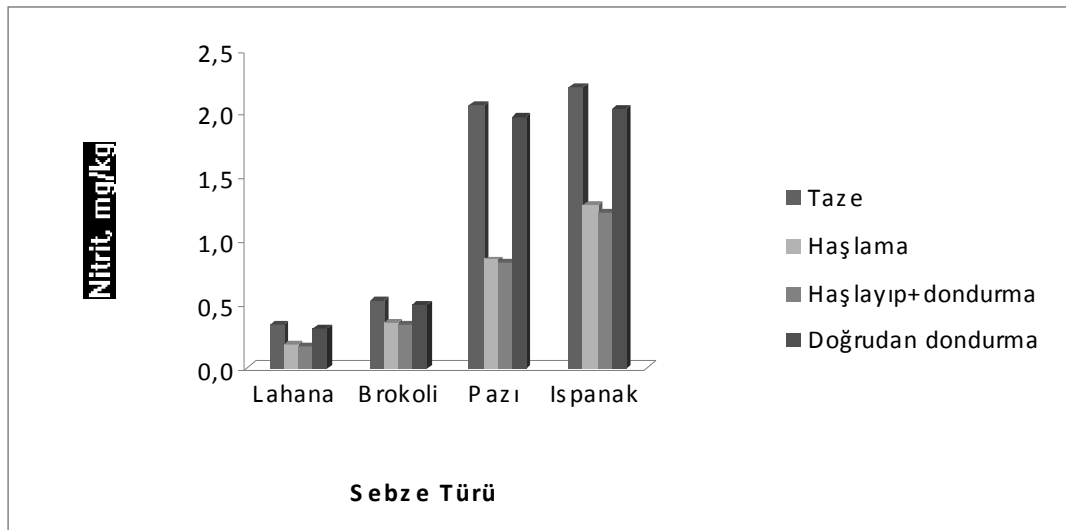
Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır

Taze ve işlenmiş sebzelerin nitrit içeriği dondurarak muhafaza sırasında azalabilmekte veya değişmeden kalabilmektedir. Oda sıcaklığında depolama sırasında bakteriyel etki nedeniyle nitrat nitrite dönüşebilir. Soğutma ve dondurma bakteriyel gelişimi ve dolayısıyla dönüşümü azaltmaktadır. Yapılan bir çalışmada; dondurularak depolanan ıspanağın nitrit miktarında değişme olmadığını, fakat dondurulmuş ıspanağın oda sıcaklığında çözündürülmesi ile nitrit miktarının arttığı belirtilmiştir (Phillips 1968). Ancak bizim çalışmamızda dondurularak depolanmış ıspanağın nitrit miktarı önemli derecede azalmıştır.

İspanak, lahana, brokoli ve pazı yaprağı sebzelerinin nitrit içeriği üzerine uygulanan işlemlerin etkisinin önemli ($p < 0.01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15). Duncan Çoklu Karşılaştırma sonuçlarına göre sebzelere uygulanan işlemlerden haşlanıp dondurularak muhafaza edilen sebzenin nitrit seviyesi en az düzeydedir (Çizelge 4.17).



Şekil 4.9. Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrit miktarı üzerine tür x yöre etkisinin etkisi



Şekil 4.10. Haşlanan ve haşlama sonrası dondurulan sebzelerin nitrit miktarı üzerine tür x uygulanan işlem etkisinin etkisi

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre; sebzelerin haşlanma sonrası dondurularak -24°C’de 6 ay muhafazası ile nitrit içerikleri %41-69 arasında değişen oranlarda azalırken, sebzelerin haşlanması ile nitrit içeriği %26-67 arasında değişen oranlarda azalmıştır. Phillips (1968) ıspanağın haşlanması ile hem nitrat hem de nitritin haşlama suyuna geçerek azaldığını tespit etmiştir.

Kmiecik and Lisiewska (1999) maydanozun haşlanması ile nitrit miktarının %43-55 oranında azaldığını bulmuşlardır. Topçu (2003) yaptığı çalışmada ön haşlama ile taze ıspanağın nitrit miktarlarında %63,3, ön haşlama sonrası 6 ay muhafaza süresince ise %60,3-67,9 arasında değişen bir azalma belirlemiştir. Suda haşlanan ıspanağın ıspanakta kalan nitrit miktarı %40,09, suya geçen miktar ise %59,9 olarak bulunmuştur. Markowska *et al.* (1995a) yaptıkları araştırmada sebzelerin haşlanması ile nitrit miktarının tamamen yok olduğunu tespit etmişlerdir. Kmiecik *et al.* (2004) yaptıkları çalışmada, dereotunun nitrit içeriğinin haşlama ile oldukça azaldığını belirlemiştir. Mendicoa *et al.* (1997) taze brokolinin nitrit seviyesinin pişirme işleminden çok az düzeyde etkilendiğini vurgulamışlardır. Haşlama işlemi sebzelerin nitrit içeriğini önemli seviyede azalttığı belirlenmiş ve elde ettiğimiz bulguların yapılan bu çalışmalar ile uyum içerisinde olduğu görülmüştür.

Araştırmada haşlama işlemini takiben dondurularak -24°C’de 6 ay muhafaza edilen sebzeler analize alınmadan 12 saat önce buzdolabı sıcaklığında çözdürülmüştür. Yapılan bir çalışmada buzdolabı koşullarında çözdürülen ıspanaklarda nitrit miktarında artma bulunmazken, oda sıcaklığında çözündürme ile nitrit miktarlarında artış belirlenmiştir (Artık vd 2002). Çakıroğlu (1995) domates ve çarliston biberinin nitrit içeriğine işlemlerin etkisini incelediği çalışmasında; haşlama yöntemi ile pişirilen domateslerde nitrit içeriğini taze ve kızartılarak pişirilenlere göre daha yüksek bulurken, çarliston biberlerde iki farklı yöntemle pişirme sonucunda nitrit içeriğinin taze haldekine göre fazla olduğunu bulmuştur. Yapılan başka bir çalışmada, sebzelerin yıkanması ile nitrat ve nitrit miktarının azaldığı bunun sebebinin nitrat ve nitritin suda çözünen bileşikler olmasından dolayı kolaylıkla suya geçmesi şeklinde açıklanmaktadır (Speijers1996; Mendicoa *et al.* 1997).

Bosch *et al.* (1995) ıspanakların pişirilerek buzdolabında bekletilmesiyle nitrit düzeylerinin arttığını tespit etmişlerdir. Bu yüzden pişmiş sebzelerin buzdolabında 3 günden daha fazla bekletilmemesini önermektedirler. Nitrat redüktaz aktivitesinin haşlama sırasında sıcaklığın etkisiyle kayba uğraması, nitratin nitrite dönüşümünü azaltmaktadır. Ayrıca -24°C’de dondurarak muhafaza ile bakteriyel gelişme engellendiği için nitrit miktarında artışın olmayacağını belirtmişlerdir. Teresa *et al.* (2009) haşlama sonrası 48 saat dondurma ile sebzelerin taze sebzeye göre nitrit seviyesinde herhangi bir değişiklik bulamamışlardır.

Roszczenko *et al.* (2001) maydanoz, kereviz, havuç ve patates sebzelerindeki nitrat ve nitrit seviyesine teknolojik işlemlerin etkisini inceledikleri çalışmada, nitrat ve nitritin haşlama işlemi ile azaldığını tespit etmişlerdir. Mozolewski and Smoczynski (2004) patatese uygulanan çeşitli işleme yöntemlerinin nitrat ve nitrit içeriğine etkisini inceledikleri çalışmada; uygulanan işlemlerden nitritin daha fazla etkilendiğini belirlemişlerdir. Patatesin 3 farklı türünde nitrit miktarında 1,7-4,3 mg/kg azalma tespit etmişlerdir. Patateslere uygulanan yıkama, kabuk soyma ve durulama işlemlerinin nitrit içeriğini %25-75 oranında azalttığını bulmuşlardır. Isıl işlemlerin ise nitrit içeriğini %61-98 oranında azalttığını bildirmişlerdir.

Nitrat ve nitrit suda çözünen bileşikler olduğundan haşlama işlemi ile bu bileşiklerin bir kısmı haşlama suyuna geçtiği gibi haşlama sonrası -24°C’de 6 ay muhafaza sırasında da kayıplar söz konusudur. Araştırmada haşlama işlemini takiben dondurularak -24°C’de 6 ay muhafaza edilen sebzeler analiz edilmeden 12 saat önce buzdolabı sıcaklığında çözündürülmüştür. Çözündürme sırasında nitrat ve nitritin bir kısmının da çözünme suyuna geçtiği düşünülürse haşlama sonrası dondurarak muhafaza işleminin nitrat ve nitrit seviyesi üzerinde diğer teknolojik işlemlere göre azalma yönünde daha etkili olduğu kanaatine varılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, sebzelerin haşlama suyu ile pişirme sıcaklığının ve pişirme süresinin artmasına bağlı olarak ve haşlama sonrası dondurarak muhafaza işlemi ile sebzede kalan nitrat ve nitrit miktarı azaltılabilir.

4.2.3. Tuzlayarak soğukta muhafaza işleminin sebzelerin nitrat ve nitrit içeriğine etkisi

Taze sebzeler soğukta (0 ile +4°C) uzun süre muhafaza edilemezler. 6 ay gibi uzun bir süreçte soğukta muhafaza edilmek istenen sebzeler önce tuzlanmaktadır. İnsanlar maydanoz, dereotu ve aşotu gibi sebzeleri taze olarak tükettiği gibi tuzlayarak soğukta muhafaza etmektedirler. Ülkemizde maydanoz ve dereotu bilinen sebzeler olmasına rağmen Erzurum yöresinde yetişen aşotu kendine has tadı ve kokusu ile genellikle çorba yapımında kullanılmaktadır.

Araştırmada yörelerden alınan bu sebzeler tuzlanarak 6 ay süresince buzdolabının sebzelik kısmında 0 ile (+4)°C arasındaki sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Muhafaza sonrası sebzelerin suda bir süre bekletilmesi ile tuzları giderilmiş ve nitrat ile nitrit analizleri daha sonra yapılmıştır.

Yörelerden alınan ve tuzlanıp soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrat ve nitrit miktarları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Çizelge 4.19’da bu sebzelerin nitrat değerlerine ait varyans analiz sonuçları, Çizelge 4.20’de nitrat miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları, Çizelge 4.21’de sebzelerin muhafaza şekline göre nitrat miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları, Şekil 4.11’de sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x yöre interaksyonunun etkisi, Şekil 4.12’de ise sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x muhafaza şekli interaksyonunun etkisi verilmiştir.

Çizelge 4.18. Taze, doğrudan dondurulan ve tuzlanıp soğukta saklanan sebzelerin nitrat ve nitrit miktarları, mg/kg

Yöre	İşlem	Saklama Süresi, ay	Örnek sayısı, n	Sebze Türü	Nitrat	Nitrit
Dadaşköy Köyü	Doğrudan dondurma	0 (taze)	6	Maydanoz	605,89	1,43
			6	Aşotu	502,27	0,36
			6	Dereotu	186,10	0,58
		6 (-24°C'de)	6	Maydanoz	522,76	1,36
			6	Aşotu	467,12	0,33
			6	Dereotu	168,51	0,55
	Tuzlayıp soğukta muhafaza	0 (taze)	6	Maydanoz	605,89	1,43
			6	Aşotu	502,27	0,36
			6	Dereotu	186,10	0,58
		6 (+4°C'de)	6	Maydanoz	473,61	1,21
			6	Aşotu	402,86	0,29
			6	Dereotu	151,72	0,47
Söğütlü Köyü	Doğrudan dondurma	0 (taze)	6	Maydanoz	785,45	1,64
			6	Aşotu	246,31	0,12
			6	Dereotu	155,11	0,65
		6 (-24°C'de)	6	Maydanoz	698,76	1,51
			6	Aşotu	220,19	0,10
			6	Dereotu	146,23	0,60
	Tuzlayıp soğukta muhafaza	0 (taze)	6	Maydanoz	785,45	1,64
			6	Aşotu	246,31	0,12
			6	Dereotu	155,11	0,65
		6 (+4°C'de)	6	Maydanoz	636,22	1,45
			6	Aşotu	189,67	0,10
			6	Dereotu	128,82	0,53

Söğütlü yöresinden alınan taze haldeki aşotunun nitrat seviyesi 246,11 mg/kg'dan; tuzlanarak soğukta muhafaza ile 189,67 mg/kg'a düştüğü tespit edilmiştir. Dadaşköy yöresine ait dereotunun nitrat düzeyinin 186,10 mg/kg'dan; tuzlanarak soğukta muhafazası sonucu 151,72 seviyesine düştüğü bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.19. Doğrudan dondurulan ve tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrat miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yöre (Y)	1	12519,97	502,79**
Sebze Türü (S)	2	985481	39576**
Muhafaza Şekli (M)	2	31041	1246,58**
(Y)*(S)	2	190508	7650,64**
(Y)*(M)	2	145	5,824
(S)*(M)	4	4879,65	195,963**
(Y)*(S)*(M)	4	386,26	15,512**
Hata	36	25,686	
Toplam	54		

** P<0.01, * P<0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.20. Doğrudan dondurulan ve tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrat miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Sebze	n	Nitrat, mg/kg
Maydanoz	36	620,46 ^a
Aşotu	36	338,08 ^b
Dereotu	36	156,09 ^c

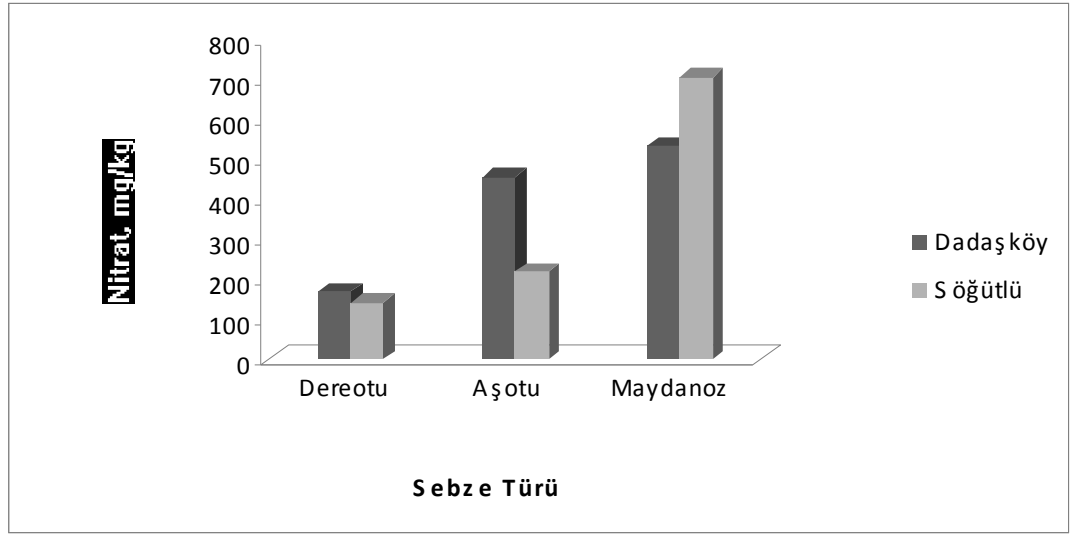
Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır

Maydanoz, aşotu ve dereotu sebzelerinin nitrat içeriği üzerine muhafaza şeklinin önemli seviyede ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Duncan Çoklu Karşılaştırma sonuçlarına göre sebzelerden en düşük nitrat içeriği dereotunda, en yüksek nitrat içeriği ise maydanozda belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

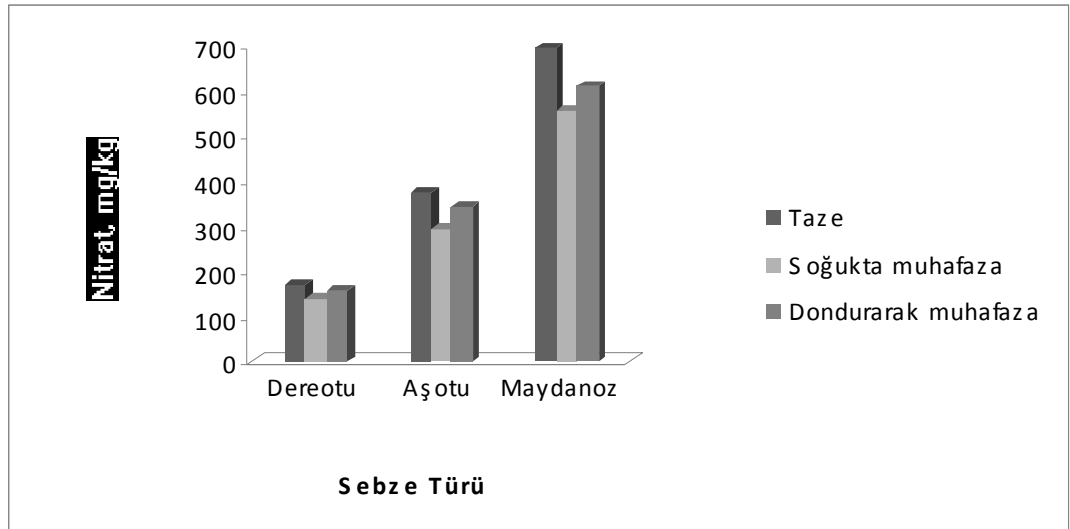
Çizelge 4.21. Tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelere uygulanan işlemlerin nitrat miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Muhafaza Şekli	n	Nitrat, mg/kg
Doğrudan dondurma	36	370,61 ^b
Tuzlayıp soğukta saklama	36	330,50 ^c
Taze	36	413,53 ^a

Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır



Şekil 4.11. Tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x yöre etkisinin etkisi



Şekil 4.12. Tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrat miktarı üzerine tür x muhafaza şekli etkisinin etkisi

Maydanoz, aşotu ve dereotu sebzelerinin tuzlanarak 6 ay süresince soğukta muhafaza edilmesi ile nitrat içeriği azalmıştır (Çizelge 4.18). Araştırmada elde edilen sonuçlara göre; yörelerden alınan sebzelerin tuzlanarak 6 ay soğukta muhafazası ile nitrat içerikleri %16-23 arasında değişen oranlarda azalmıştır. Wiczorek and Tracz (1995) yaptıkları çalışmada; pırasada nitrat seviyesinin azalmasında soğukta muhafazanın

dondurularak muhafazadan daha etkili olduğunu ve soğukta muhafaza ile nitrat miktarının %58 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Lin and Yen (1980) yaptıkları çalışmada; hasat edilen sebzelerin -10°C veya 2°C sıcaklıkta birkaç gün muhafaza edilmesi ile nitrat ve nitrit konsantrasyonlarının çok az değiştiğini ancak 26°C veya 32°C sıcaklıkta bekletilen sebzelerin nitrat konsantrasyonunun gittikçe azaldığını, nitrit seviyesinin ise arttığını tespit etmişlerdir. Chung *et al.* (2004) Tayvan'da 4 farklı sebzenin (ıspanak, taç papatya, çin ıspanağı, çin lahanası) 7 gün boyunca $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ ve $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklığında muhafaza edilmesi ile nitrat içeriğinin değişimini incelemişler ve $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen sebzelerde nitrat seviyesinin önemli derecede azaldığını, $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza ile sebzelerin nitrat içeriğinin değişmediğini tespit etmişlerdir.

Roszczenko *et al.* (2001) yaptıkları çalışmada $+4^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 2 hafta depolama ile maydanozun nitrat içeriğinin pek etkilenmediğini bulmuşlardır. Herod-Leszczynska and Miedzobrodzka (1992) fermantasyon işleminin beyaz ve kırmızı lahananın nitrat içeriğindeki etkisini inceledikleri çalışmada; fermantasyon işleminin nitrat seviyesini azaltma yönünde önemli bir etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Beyaz lahana turşusunda nitratın taze lahanaya göre %55,5 oranında, kırmızı lahana turşusunda nitratın taze lahanaya göre %84,1 oranında azaldığını bulmuşlardır. Nabrzyski and Gajewska (1994) yaptıkları çalışmada; meyve ve sebze sularının 20°C 'deki oda sıcaklığında 30 gün boyunca muhafaza işlemi ile nitrat seviyesinin değişmediğini fakat oda sıcaklığında 24 saat depolanan havuç suyunda nitrat seviyesinin 261 mg'dan 46,4 mg'a düştüğünü belirlemişlerdir. Ikechukwu (1996) Nijerya'da fermente mısır ürünü olarak bilinen oginin ortalama nitrat içeriğinin $39,9\pm 23,2$ ppm olduğunu tespit etmiştir. Oda sıcaklığında 8 gün muhafaza sonrası nitrat miktarının başlangıç değerine göre %80 oranında azaldığını belirlemiştir. Yang (1992) sebzelerin ambalajlanarak modifiye atmosfer şartlarında depolamasının nitrat miktarının azalarak nitrite dönüşümünü büyük ölçüde engellediğini ve sebzenin depolama ömrünü uzattığını, aksine oda sıcaklığında ve düşük sıcaklıkta depolamanın nitratın nitrite dönüşümünü hızlandığını bildirmiştir. Güneş (2004) taze ıspanağın hasat edildikten sonra 0°C 'de kasalar içinde soğuk hava deposunda bir hafta bekletilmesi ile kuru ağırlıktaki nitrat miktarlarında artış olduğunu,

yıkanmış ıspanakların buzdolabında 4°C’de polietilen torbalarda 1 hafta bekletilmesi ile kuru ağırlıktaki nitrat miktarının başlangıç değerine göre azaldığını belirtmiştir.

Çizelge 4.22’de tuzlanarak soğukta muhafaza edilen bu sebzelerin nitrit değerlerine ait varyans analiz sonuçları, Çizelge 4.23’de sebzelerin nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları, Çizelge 4.24’de sebzelerin muhafaza şekline göre nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları, Şekil 4.13’de sebzelerin nitrit miktarı üzerine tür x yöre interaksyonunun etkisi, Şekil 4.14’de ise sebzelerin nitrit miktarı üzerine tür x muhafaza şekli interaksyonunun etkisi

Dadaşköy yöresine ait dereotunun nitrit düzeyinin 0,58 mg/kg’dan; tuzlanarak soğukta muhafazası sonucu 0,47 mg/kg’a, Söğütlü yöresinden alınan taze haldeki maydanozun nitrit seviyesi 1,64 mg/kg iken; tuzlanarak soğukta muhafaza ile 1,45 mg/kg’a düştüğü tespit edilmiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.22. Doğrudan dondurulan ve tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrit miktarlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KO	F
Yöre (Y)	1	0,002	1,500
Sebze Türü (S)	2	7,072	4419,12**
Muhafaza Şekli (M)	2	0,067	41,75**
(Y)*(S)	2	0,206	128,59**
(Y)*(M)	2	0,002	1,531
(S)*(M)	4	0,010	6,165**
(Y)*(S)*(M)	4	0,001	0,594
Hata	36	0,003	
Toplam	54		

** P<0.01, * P<0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.23. Doğrudan dondurulan ve tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Sebze	n	Nitrit, mg/kg
Maydanoz	36	1,43 ^a
Aşotu	36	0,21 ^c
Dereotu	36	0,56 ^b

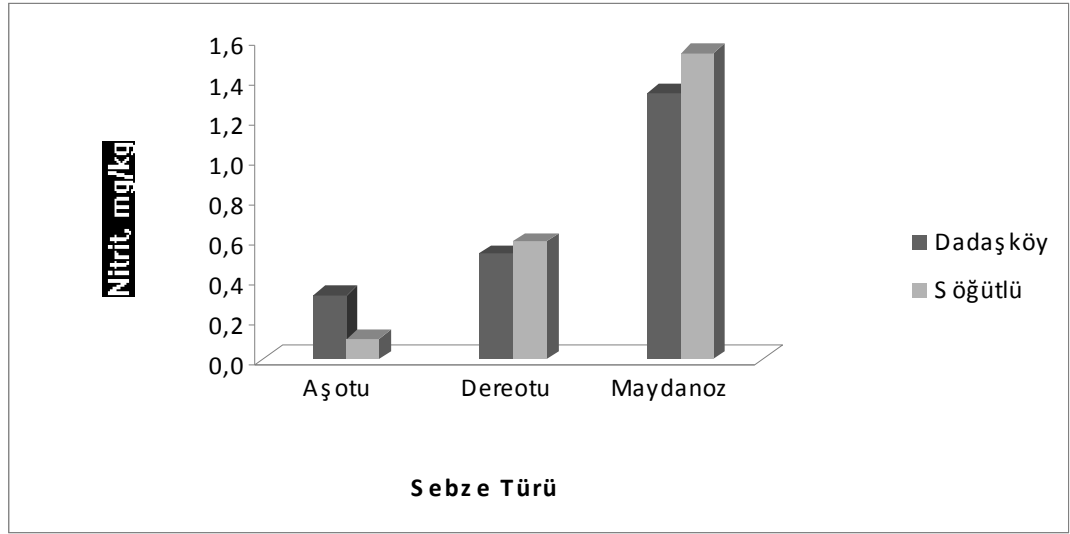
Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır

Duncan Çoklu Karşılaştırma sonuçlarına göre sebzelerden en düşük nitrit içeriği aşotunda, en yüksek nitrat içeriği ise maydanozda belirlenmiştir (Çizelge 4.23). Maydanoz, aşotu ve dereotu sebzelerinin nitrit içeriği üzerine muhafaza şeklinin önemli seviyede ($p<0.01$) etki ettiği belirlenmiştir (Çizelge 4.22).

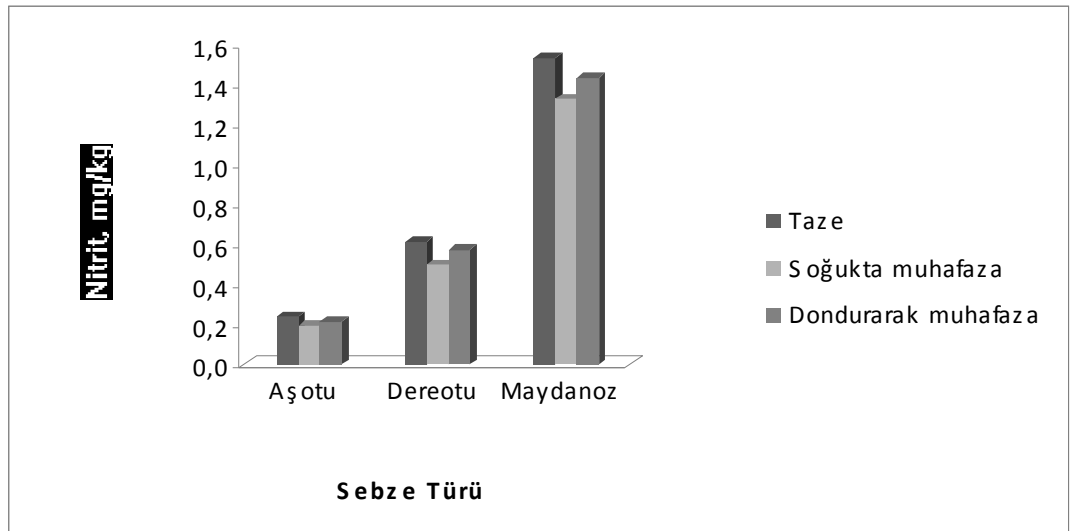
Çizelge 4.24. Doğrudan dondurulan ve tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelere uygulanan işlemlerin nitrit miktar ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Muhafaza şekli	n	Nitrit, mg/kg
Doğrudan dondurma	36	0,74 ^b
Tuzlayıp soğukta saklama	36	0,67 ^c
Taze	36	0,79 ^a

Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır



Şekil 4.13. Tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrit miktarı üzerine tür x yöre etkisinin etkisi



Şekil 4.14. Tuzlanarak soğukta muhafaza edilen sebzelerin nitrit miktarı üzerine tür x muhafaza şekli etkisinin etkisi

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre; yörelerden alınan maydanoz, dereotu ve aşotunun tuzlanarak soğukta 6 ay muhafazası ile nitrit içerikleri %11-18 arasında değişen oranlarda azalmıştır. Wieczorek and Tracz (1995) pırasanın soğukta muhafazası ile nitrit miktarının %44 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Roszczenko *et al.* (2001) yaptıkları çalışmada +4°C sıcaklıkta 2 hafta depolama ile maydanozun

nitrit içeriğinin azaldığını bulmuşlardır. Wang *et al.* (2005) insanların fazlaca tükettiği 10 farklı sebze de nitrit içeriği ve bazı faktörlerin bu bileşen üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada; sebzelerin gövde ve kök kısımları ile meyvelerin nitrit içeriğinin izin verilen limitlerin altında olduğunu fakat sebzenin yaprak kısmının limitleri aştığını tespit etmişlerdir. Ayrıca oda sıcaklığında muhafaza işleminin sebzenin nitrit içeriğini 1-2 kat arttırdığını, buzdolabı sıcaklığı gibi daha düşük seviyede muhafaza işleminin ise nitrit artışını engellediğini belirtmişlerdir. Chung *et al.* (2004) $5\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza ile sebzelerin nitrit içeriğinin değişmediğini tespit etmişlerdir. Bosch *et al.* (1995) soğukta 4-8 gün muhafaza edilen ıspanakta nitrit miktarlarında artış tespit etmişlerdir.

Herod-Leszczyńska and Miedzobrodzka (1992) beyaz ve kırmızı lahanaya uyguladıkları fermentasyon işleminin nitrit seviyesini azaltma yönünde önemli bir etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Beyaz lahana turşusunda nitritin taze lahanaya göre %76,7 oranında, kırmızı lahana turşusunda nitritin taze lahanaya göre %67,4 oranında azaldığını bulmuşlardır. Yang (1992) sebzelerin ambalajlanarak modifiye atmosfer şartlarında depolaması ile nitrat miktarının azalarak nitrite dönüşümünü büyük ölçüde engelleyerek sebzenin depolama ömrünü uzattığını, aksine oda sıcaklığında depolamanın nitratın nitrite dönüşümünü hızlandığını belirtmişlerdir.

Dejonckheere *et al.* (1994) yaptıkları çalışmada sebzelerin yıkanması ile nitrat içeriğinin önemli derecede azaldığını belirtmişlerdir. Sebzelerin yıkanması ile nitrat ve nitrit miktarlarının azaldığını bunun nedeninin nitrat ve nitritin suda çözünen bileşikler olmasından dolayı kolaylıkla suya geçmesi şeklinde açıklamaktadır. Yapılan çalışmada sebzeler analize alınmadan önce yıkanmıştır. Gıda bileşenleri ısı, pH, tuz ve diğer etkenlerle parçalanarak azalmaktadır (Cemeroğlu vd 2001). Araştırmada soğukta muhafaza öncesi yapılan tuzlama nitrat ve nitrit üzerinde azalma yönünde etki yapmış olabilir. Sebzeler tuzlandıktan ve $0 - (+4)^{\circ}\text{C}$ 'de bir süre bekletildikten sonra bir miktar suyun sebzeden sızarak ayrıldığı görülmüştür. Nitrat ve nitritin bir kısmının sebzeden ayrılarak sızan bu suya geçtiği düşünülmektedir. Gıda bileşenleri biyokimyasal ve kimyasal reaksiyonlar sonucu süreye bağlı olarak parçalanmakta ve azalmaktadır

(Cemeroğlu ve Acar 1986). Soğukta muhafaza ile biyokimyasal reaksiyonlar tamamen durmamakta sadece yavaşlamaktadır. 0 - (+4)°C'de 6 aylık süreçte biyokimyasal olaylar sonucu madde kayıpları söz konusudur. Ayrıca sebzeler muhafaza sonrası analize alınmadan önce tuzlarından uzaklaştırılması için içi su dolu kaplarda bir süre bekletilmiştir. Bu ara işlem basamakları sebzelerin nitrat ve nitrit miktarında azalmasının sebeplerindendir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüzde meyve ve sebze tüketiminin artması ilgiyi bu ürünlere yöneltmiştir. Sebzeler dengeli beslenmede vazgeçilmez olan protein, karbonhidrat, mineral maddeler, vitaminler ve gıda lifi sağlayarak sağlığı koruyan, renk ve lezzet çeşitlilikleri ile gıdaların çekiciliğini artıran ürünlerdir. Ayrıca içerdikleri bazı fonksiyonel bileşikler besinsel değer taşımamakla beraber kanser, kalp damar hastalıkları, şeker, yüksek tansiyon ve ülser gibi bazı hastalıkların önlenmesinde rol oynayabilmektedir. Özellikle yaprak sebzeler mineral, vitamin ve gıda lifi kaynağı olmalarının yanı sıra düşük enerji içerikleri nedeniyle de tercih edilmektedir. İnsanlar sebzeleri taze olarak tüketebildikleri gibi çeşitli işlemler uygulayarak saklayıp, üretildikleri mevsim dışında da tüketebilirler. Araştırmada Erzurum merkezde iki farklı yöreden alınan 10 farklı tür sebzenin nitrat ve nitrit miktarları ve bunlara uygulanan çeşitli teknolojik işlemlerin etkileri incelenmiştir. Materyal olarak kullanılan sebzelerden ıspanak, lahanası, brokoli ve pazı yaprağı genellikle haşlandıktan sonra dondurularak saklanmaktadır. Maydanoz, dereotu ve aşotu sebzeleri ise haşlanmadan tuzlanarak buzdolabında muhafaza edilmektedir. Sebzelerin taze halde dondurularak muhafazası yaygın değildir. Haşlanmış olana göre taze saklananda ortaya çıkan olumsuzlukları görmek amacıyla böyle bir uygulama yapılmıştır. Elde edilen sonuçlardan aşağıda belirtilen genel sonuç ve öneriler çıkarılmıştır.

Araştırılan sebze örnekleri ile literatürde yer alan çeşitli çalışmalarda belirtilen sebzelerin nitrat ve nitrit içeriklerinin geniş bir değişim aralığında olduğu görülmektedir. Taze sebzelerin ortalama nitrat içeriklerine ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma sonuçları yapılmış ve sebzelerden ıspanağın diğer sebzelere göre yüksek seviyede nitrat ve nitrit içerdiği belirlenmiştir. Dereotunun en düşük seviyede nitrat, aşotunun ise en düşük seviyede nitrit içerdiği tespit edilmiştir. İncelenen farklı sebzelerin maksimum nitrat ve nitrit içerikleri gözönünde bulundurulduğunda tüketiminde dikkat edilmesi gereken sebze ıspanaktır. Bunu pazı yaprağı, roka ve maydanoz izlemektedir. Ispanak, marul ve lahananın belirlenen nitrat miktarlarının Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği ve Avrupa Birliği Komisyonunca belirlenen değerlerin

altında olduğu görülerek bu sebzelerin tüketiciler açısından risk taşımadığı kanaatine varılmıştır. Genellikle sebzelerin nitrit içerikleri yok denecek kadar azdır. Fakat hazırlama ve depolama koşullarına bağlı olarak miktarı değişebilmektedir. Sebzelerin nitrit miktarlarının JECFA'nın yetişkinler için belirlediği maksimum seviyenin altında olduğu görülmektedir.

Yöre farkının sebzelerin içerdiği nitrat ve nitrit miktarları üzerine istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Sebzelerin nitrat ve nitrit içerikleri bitkinin türü, yaşı, genetik yapısı, toprağın özellikleri, mevsimsel ve bölgesel farklılık, kuraklık, ışık, sıcaklık, sulama durumu, bitkiye uygulanan azotlu gübrenin çeşit ve dozu gibi çevresel faktörlere bağlı olarak değişebildiği gibi nitrit miktarı bu etmenlerin yanısıra yetersiz taşıma ve depolama koşullarından da etkilenmektedir.

Sebzeler içerisinde nitrat içeriği açısından risk taşıyan ıspanak ve pazı yaprağı gibi koyu yeşil renkli sebzelerin nitrat içeriğinin azaltılması için, düşük nitrat içeren kültürlerin geliştirilmesi ve uygun zamanda hasat edilmesi gereklidir. Dünyadaki birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de sularda, sebzelerde ve gıdalarda yüksek miktarda nitrat bulunması ciddi bir halk sağlığı sorunu haline gelmiştir. Özellikle halkın çok fazla tükettiği bazı gıda maddeleri, sebze ve meyveler ile içme sularında fazla miktarda nitratin bulunmasının insan vücudunda önemli ölçüde nitrat birikimine ve çeşitli sorunlara neden olacağı anlaşılmıştır. Bu nedenle ülkemizde gıdaların içerdiği nitrat ve nitrit miktarının belirlenmesi yanında gıdaların hazırlanması, pişirilmesi ve dondurulması sırasında nitrat ve nitrit miktarlarında oluşan değişimler ile ilgili çalışma sayısı yetersizdir. Bu konuda daha çok çalışma yapılmalıdır.

Sebzelere uygulanan yıkama, ayıklama, kesme, doğrama, törpüleme, kabuk soyma, haşlama, dondurma ve soğukta muhafaza gibi hazırlama ya da teknolojik işlemlerin bileşimi değiştirdiği, kayıplara yol açtığı da bilinmektedir. Sebzelerin dondurularak muhafaza edilmesi nitrat ve nitrit seviyesinin azaltmada önemli ($p<0.01$) bir etkiye sahiptir. Soğutma ve dondurma bakteriyel gelişimi önlediği için nitratin nitrite dönüşümünü azaltıcı etki yapmıştır. Araştırmada yörelere ait sebzelerin doğrudan

dondurma işlemi ile nitrat miktarının %5-14, nitrit miktarının ise %3-10 arasında değişen oranlarda azaldığı tespit edilmiştir. Dondurarak muhafaza sonrası sebzelerin analize alınması sırasında çözündürme işlemi gerçekleşmiştir. Nitrat ve nitrit suda çözünen bileşikler olduğundan sebzelerin çözündürülmesi sırasında sızıntı suyu ile gidebilmektedir. Ayrıca dondurarak muhafaza sırasında biyokimyasal reaksiyonlar tamamen durmamakta fakat yavaşlamaktadır. Biyokimyasal reaksiyonlar sırasında bileşim öğelerinin miktarları değişmekte hatta azalmaktadır. Dondurularak depolama sırasında nitrat ve nitrit içeriği azaldığı için sebzeler uzun süre dondurularak saklanabilir. Dondurulmuş sebzeler doğrudan oda sıcaklığında çözülmemelidir. Önce buzdolabı sıcaklığında dengeleme sağlandıktan sonra dışarıda çözülmelidir. Oda sıcaklığında çözmede mikrobiyal indirgenme ile nitrit miktarı artabilir.

Araştırmada sebzelerin nitrat miktarı haşlama işlemi ile %35-63, haşlama sonrası dondurularak muhafaza ile %40-66 arasında değişen oranlarda azalmıştır. Nitrit miktarı ise haşlama işlemi ile %26-67, haşlama sonrası dondurularak muhafaza ile %41-69 arasında değişen oranlarda azalmıştır. Nitrit ve nitrat suda çözünen bileşikler oldukları için haşlama sırasında haşlama suyuna geçtiği gibi sebzelerin çözündürülmesi sırasında da çözündürme suyuna geçerek azalma göstermiştir. Sebzelerde uygun yıkama işlemleri ve haşlama işlemleri nitrat içeriğinin azaltılmasında önem taşımaktadır. Bu nedenle sebzeler bol suda yıkanmalı ve depolama öncesi haşlama işlemine tabii tutulmalıdır. Nitrat suda kolay çözüldüğü için sebzelerin pişirme suları, özellikle küçük bebeklerde ve mide asiditesi düşük olan duyarlı kişilerde dikkatli kullanılmalıdır. Ispanak gibi nitrat içeriği yüksek olan koyu yeşil yapraklı sebzelerin 4 aylıktan küçük bebeklerde kullanımında temkinli davranılmalıdır. Hazır bebek mamaları, sebze püreleri ve sebze konserveleri nitrat ve nitrit içeriği bakımından analiz edilmelidir. Sebzelerin yanı sıra suda nitrat açısından önemli bir kaynaktır. Gıdaların hazırlanması ve pişirilmesi aşamalarında kullanılan suyun nitrat ve nitrit bakımından analiz edilmesi gerekmektedir. Sebzeler pişirildikten sonra oda sıcaklığı gibi mikroorganizma gelişmesine izin verecek ortamda tutulduğunda nitrat nitrite dönüşebilir. Her ne kadar nitrat toksik bileşik olarak görülmesine de bazı koşullar altında nitrite dönüşeceği gözönünde bulundurulursa, bu

durumda pişirilen gıdaların uygun depolama sıcaklığında bekletilerek en fazla 1-2 gün içerisinde tüketilmesi önerilmektedir.

Tuzlanarak 0 - (+4)^oC’de 6 ay muhafaza edilen maydanoz, dereotu, aşotu sebzelerinin nitrat ve nitrit miktarlarının farklılık gösterdiği bulunmuştur. Sebzelerin tuzlanıp soğukta muhafaza edilmesi ile nitrat ve nitrit seviyesi önemli düzeyde ($p<0.01$) azalmıştır. Araştırmada yörelere ait sebzelerin tuzlanıp soğukta muhafazası ile nitrat miktarının %16-23, nitrit miktarının ise %11-18 arasında değişen oranlarda azaldığı tespit edilmiştir. Gıda bileşenleri ısı, pH, tuz ve diğer etkenlerle parçalanarak azalmaktadır. Ayrıca tuzun sebep olduğu su kaybıyla da nitrat ve nitrit azalabilmektedir. Soğukta muhafaza sırasında biyokimyasal reaksiyonlar tamamen durmamakta sadece yavaşlamaktadır. 0 - (+4)^oC’de 6 aylık gibi bu süreçte biyokimyasal olaylar sonucu madde kayıpları söz konusudur. Sebzelerin yıkanması ile nitrat ve nitrit miktarının azaldığı bunun sebebinin nitrat ve nitritin suda çözünen bileşikler olmasından dolayı kolaylıkla suya geçmesi şeklinde açıklanmaktadır. Muhafaza sonrası sebzeler analize alınmadan önce tuzlarını uzaklaştırmak için içi su dolu kaplarda bekletilmiştir. Bu ara işlem basamakları sebzelerin nitrat ve nitrit miktarında azalmasının sebeplerindendir.

Tarımsal üretimde gübrelemenin önemi büyüktür. Ayrıca kullanılan gübrenin çeşit, miktar ve gübreleme şekli ile gübreleme zamanı, sağlıklı bir üretim için üzerinde durulması gereken önemli konulardır. Tüm bu etkenlere rağmen dengeli ve bilinçli gübreleme, kaliteli ürün elde edilmesi yanında bu ürünlerle beslenen insanların sağlığı yönünden de önem taşımaktadır. Sebzelerin nitrat içeriğini etkileyen faktörlerden biri de, verimi artırmak için aşırı azotlu gübre kullanımıdır. Bu nedenle sebze üreticileri uygun gübre dozu kullanımı konusunda eğitilmeli ve denetlenmelidir. Üretimde aşırı kimyasal madde kullanımının önlenmesi için ülkemizde kalıntı tespit laboratuvarlarının etkin olarak hizmet vermesi sağlanmalıdır.

Gıdalarda kullanılan katkı maddeleri denetim altına alınmalıdır. Ülkemizde özellikle vücuda nitrat ve nitrit alımı ile ilgili izleme çalışmaları bulunmamaktadır. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde sadece birkaç sebze ve ürün için maksimum nitrat değerleri

var iken diğ er sebzelere ait nitrat sınırlamaları bulunmadığı gibi nitrit değ erlerine ait herhangi bir sınırlama yoktur. Gıda analizleri yapılarak beslenme ile nitrat ve nitrit alım sınırlamaları belirlenerek standartların geliştirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Addiscott, T., 2006. Perspective - Is it Nitrate that Threatens Life or the Scare About Nitrate? Journal of Science of Food and Agriculture, 86, 2005-2009.
- Ağaoğlu, S., Alemdar, S. ve Kahraman, T., 2002. Ton Balık Konservelelerinde Nitrat ve Nitrit Düzeyleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 13 (1-2), 95-97.
- Akbay, C., Candemir, S. ve Orhan, E., 2005. Türkiye’de Yaş Meyve ve Sebze Ürünleri Üretim ve Pazarlaması. KSU. Journal of Science and Engineering, 8 (2), 96-107.
- Akbayır, N., 2004. Mide Kanseri ve Diyet Arasındaki İlişki. Güncel Gastroenteroloji. Türk Gasterenteroloji Vakfı Yayın Organı, ISSN: 1301-2487, 8 (4), 241-247.
- Akdeniz, Z. P., 2007. Semizotunda (*Portulaca oleracea L.*) Farklı Saklama Koşullarının Kalite ve Besin İçeriği Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir.
- Akkurt, F., Alıcılar, A. ve Şendil, O., 2002. Sularda Bulunan Nitratın Adsorpsiyon Yoluyla Uzaklaştırılması. J. Fac. Eng. Arc. Gazi Univ., 17 (4), 83-91.
- Aksoy, A., Türel, İ., Arslan, B. ve Dede, Ö., 1999. Farklı Dozlarda Gübrelenen Patates Bitkisinin Yumrularındaki Nitrat ve Nitrit Düzeyleri. Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences, 23 (3), 461-465.
- Aksoy, U., 2007. Organik Tarım Yaklaşımı ve Dünyadaki Gelişimi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Akademik Etkinlikler. Organik Tarım ve Ülkemizdeki Uygulamaları Paneli 23 Mayıs 2007. Panel Notları, 1-26.
- Aktaş, N., Çakıroğlu, F.P. ve Güneş, A., 1993. Değişik Hazırlama ve Pişirme Yöntemlerinin Ispanak Bitkisinin Nitrat ve Nitrit Kapsamına Etkisi. Beslenme ve Diyet Dergisi, 22 (1), 59-68.
- Alçiçek, A. ve Başlar, S., 1995. Bitki ve Sularda Aşırı Nitrat Birikiminin Sonuçları. Ekoloji Çevre Dergisi, 14, 15-18.
- Amr, A. and Hadidi, N., 2001. Effect of Cultivar and Harvest Date on Nitrate (NO₃) and Nitrite (NO₂) Content of Selected Vegetables Grown under open Field and Greenhouse Conditions in Jordan. Journal of Food Composition and Analysis, 14, 59-67.
- Andrews, M., 1986. The Partitioning of Nitrate Assimilation between Root and Shoot of Higher Plants. Plant Cell and Environment, 9, 511-519.
- Anonim, 1988. Meyve, Sebze ve Mamulleri Nitrit ve Nitrat Tayini-Moleküler Absorpsiyon Spektrometrik Method. Birinci Baskı, TS 6183.
- Anonim, 2001. Gıda Maddelerinde Nitrat ve/veya Nitrit Muhtevası Tayini. Kadmiyum İndirgemesinden sonra Sebze ve Sebze Ürünleri Nitrat Muhtevasının Tayini-Sürekli Akış Metodu. Foodstuffs - Determination of Nitrate and/or Nitrite Content - Part 7: Continuous Flow Method for the Determination of Nitrate Content of Vegetables and Vegetable Products after Cadmium Reduction. Türk Standardı, TS EN 12014 - 7.
- Anonim, 2002a. Türk Gıda Kodeksi. Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2002/63), 23.09.2002 tarihli ve 24885 sayılı T.C. Resmi Gazete.

- Anonim, 2002b. Yaş Meyve ve Sebze Sektörü. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı Verileri. www.dtm.gov.tr, Ankara.
- Anonim, 2003. Türk Gıda Kodeksi. Renklendiriciler ve Tatlandırıcılar Dışındaki Gıda Katkı Maddeleri Tebliği (Tebliğ No: 2003/44), 22.12.2003 tarih ve 25324 sayılı T.C. Resmi Gazete.
- Anonim, 2005. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, 17.02.2005 tarih ve 25730 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Anonim, 2007. TR8 Batı Karadeniz Bölgesi Tarım Master Planı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, 106-115 syf. Ankara.
- Anonim, 2008a. Türk Gıda Kodeksi. Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2008/26), 17.05.2008 tarih ve 26879 sayılı T.C. Resmi Gazete.
- Anonim, 2008b. Türkiye. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi AR-GE Başkanlığı, 16 syf. Ankara.
- Anonim, 2009. Yapraklı Yenilen Sebzeler. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri, www.tuik.gov.tr Ankara.
- Anonymous, 1975. Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Anonymous, 1984. Fruits, Vegetables and Drived Products - Determination of Nitrite and Nitrate Content - Molecular Absorption Spectrometric Method. International Standard ISO 6635. Geneve 20, Switzerland. (1st Edition - 1984-11-01), 1- 4.
- Anonymous, 1990. In: Helrich, K (Ed), Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Anonymous, 1997a. Food, Nutrition and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. World Cancer Research Fund/American Institue for Cancer Research, First Published, USA, 174 syf.
- Anonymous, 1997b. 1994 Total Diet Study - Nitrate and Nitrite. MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food). Food Surveillance Information Sheet No:137, MAFF, London.
- Anonymous, 1998a. Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the Quality of Water Intended for Human Consumption, Official Journal of the European Communities L 330/42.
- Anonymous, 1998b. Nitrate in Vegetables. MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food). Food Surveillance Information Sheet No: 158, MAFF, London.
- Anonymous, 2002a. Commission Regulation (EC) No: 563/2002 of 2 April 2002 Amending Regulation (EC) No 466/2001 Setting Maximum Levels for Certain Contaminants in Foodstuffs. Official Journal of the European Communities L, 86/5.
- Anonymous, 2002b. Nitrate and Nitrite. Who Food Additives Series: 50, Intake Assessment. First Draft Prepared T. Hmambridge Australi New Zealand Authority, Canberra, Australia.
- Anonymous, 2003. Nitrate and Nitrite in Drinking Water. Bacround Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, World Health Organization, Geneva.

- Artık, N., Poyrazoğlu, E.S., Şimşek, A., Kadakal, Ç. ve Karkacier, M., 2002. Enzimatik Yöntemle Bazı Sebze ve Meyvelerde Nitrat Düzeyinin Belirlenmesi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Alanında Bilimsel Dergi, 27 (1), 5-13.
- Ata, S., 2006. Erzurum Ovası Toprak Gruplarının Fosfor Adsorpsiyonu Üzerine Toprak Özelliklerinin Etkisi. Yüksek Lisan Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Atılğan, A., Çoşkan, A., Saltuk B. ve Erkan, M., 2007. Antalya Yöresindeki Seralarda Kimyasal ve Organik Gübre Kullanım Düzeyleri ve Olası Çevre Etkileri. Ekoloji, 15 (62), 37-47.
- Ayar, A. ve Özdemir, M., 2002. Konya’da Satılan Beyaz Peynirlerin Nitrat ve Nitrit İçerikleri. Selçuk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 16 (29), 84-87.
- Ayaz, A., Topçu, A. and Yuttagül, M., 2007. Survey of Nitrate and Nitrite Levels of Fresh Vegetables in Turkey. Journal of Food Technology, 5 (2), 177-179.
- Aydın, S. ve Aydın, S., 2005. Besinlerdeki Nitrat ve Nitritin Kansere İlişkisi, www.gidasanayii.com.
- Aydınoğlu, C., 1993. Farklı Düzeylerde Nitrat ile Beslemenin Perlite Yetiştirilen Kıvrıkcık Salatanın, Verim ve Nitrat İçeriği Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak ABD, Bursa.
- Barker, A.V., Peck, N.H. and MacDonald, G.E., 1971. Nitrate Accumulation in Vegetables. I. Spinach Grown in upland Soils. Agron. J., 63, 126-129.
- Bayraktar, N., Gökçe, R. ve Ergün, Ö., 1998. Gıdalarda Nitrat ve Nitrit Kalıntılarının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Çevre Dergisi. 7 (28), 28-30.
- Baysal, A., 2000. Genel Beslenme. Hatipoğlu Yayınları. 10. Basım. Ankara.
- Bednar, C.M., Kies, C. and Carlson, M., 1991. Nitrate-Nitrite Levels in Commercially Processed and Home Processed Beets and Spinach. Plant Foods for Human Nutrition, 41, 261-268.
- Bellitürk, K. ve Sağlam, M.T., 2005. Tekirdağ İli Topraklarının Mineralize Olan Azot Miktarları ile Mineralizasyon Kapasiteleri Üzerinde Bir Araştırma. Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty, 2 (1), 89-101.
- Bellitürk, K., Danışman, F. ve Yılmaz, F., 2007. Üre Uygulamalarının Topraklarda Amonyum ve Nitrat Oluşumuna Etkisi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 22 (1), 64-72.
- Beşirli, A., 2008. Organik Sebze Üretimi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Organik Tarım Kontrolörü Eğitimi. 03-14 Kasım 2008.
- Beyhun, N.E. ve Güler, Ç., 2002. İçme Suyunda Nitrat ve Sağlık. Hacettepe Tıp Dergisi, 33 (2), 99-101.
- Bilczuk, L. and Golacka, R., 1991. Values of Nitrate and Nitrite in Selected Vegetables and Potatoes Cultivated in the Region of Pulaw. Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny, 42 (3), 255-263.
- Blom-Zandstra, M., 1989. Nitrate Accumulation in Vegetables and its Relationship to Quality. Annals of Applied Biology, 115 (3), 553-561.
- Bosch, N.B., Mata, M.G., Penuela, M.J. et. al., 1995. Determination of Nitrite Levels in Refrigerated and Frozen Spinach by Ion Chromatography. Journal of Chromatography. A, 706 (1-2), 221-228.

- Borawska, M., Omieljanuk, N., Rostkowski, J., Otlog, T. and Hamid, F., 1994. Value of Nitrates and Nitrites in Selected Vegetables and Potatoes Sold in the Marketplace of Bialystok in the Years 1991-1992. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*, 45(1-2), 89-96.
- Brown, J.R., Christy, M. and Smith, G.S., 1993. Nitrate in Soils and Plants. Agricultural Publication G9804, School of Natural Resources, University of Missouri-Columbia.
- Brussaard, J.H., Dokkum, W.V., Van der Paauw, C.G. et. al., 1996. Dietary Intake of Food Contaminants in the Netherlands (Dutch nutrition surveillance system). *Food Addit. Contam.*, 13 (5), 561-573.
- Cantliffe, D.J., 1973. Nitrate Accumulation in Table Beets and Spinach as Affected by Nitrogen, Phosphorus and Potassium Nutrition and Light Intensity. *Agron J.*, 65, 563-565.
- Cantwell, M.I. and Reid, M.S., 2002. Postharvest Handling Systems: Fresh Herbs. *Postharvest Technology of Horticultural Crops* Technical Editör Kader, A.A., Third Edition University of California Agriculture and Natural Resource Chapter 26, 327-331.
- Cassens, R., 1998. Nitrite Issue. *Recipropal Meat Conference Proceedings*, American Meat Science Association, 51, 162-163.
- Cemek, M., Akkaya, L., Birdane, Y.O., Seyrek, K., Bulut, S. ve Konuk, M., 2007. Nitrate and Nitrite Levels in Fruity and Natural Mineral Waters Marketed in Western Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, ISSN 0889-1575, 20 (3-4), 236-240.
- Cemeroğlu, B. ve Acar, J., 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No:6, Ankara, 512 s.
- Cemeroğlu B., 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yayınları, Ankara.
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A. ve Özkan, M., 2001. Meyve ve Sebzelerin Bileşimi ve Soğukta Depolanmaları. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 24*, Ankara.
- Cemeroğlu B., 2007. Gıda Analizleri. *Gıda Tenolojisi Derneği Yayınları No: 34*, Ankara.
- Chung, S.Y., Kim, J.S., Kim, M., Hong, M.K., Lee, J.O., Kim, C.M. and Song, I.S., 2003. Survey of Nitrate and Nitrite Contents of Vegetables Grown in Korea. *Food Additives and Contaminants*, 20 (7), 621-628.
- Chung, J.C., Chou, S.S. and Hwang, D.F., 2004. Changes in Nitrate and Nitrite Content of Four Vegetables During Storage at Refrigerated and Ambient Temperatures. *Food Additives Contaminants*, 21 (4), 317-322.
- Çağlayan, H., 1992. Bebek Mamaları ve Çocuk Ek Besinleinde Nitrat-Nitrit İçerikleri Üzerinde Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veteriner Fakültesi Farmakoloji ve Toksikoloji ABD, Ankara.
- Çakıroğlu, F.P., 1995. Ankara Toptancı Haline Gelen Sera Domates ve Charleston Biberlerinin Nitrat Kapsamları ve Çeşitli Yöntemlerle Pişirmenin Nitrat Kapsamlarına Etkisi. Doktora Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ev Ekonomisi ABD, Ankara.
- Çelik, N., 2000. Tarımda Girdi Kullanımı ve Verimliliğe Etkileri. Ankara Devlet Planlama Teşkiatı, DPT-Uzmanlık Tezi, ISBN/ISSN: 9751925304, 143 syf.

- Çopur, H., 1995. Bursa Yöresinde Yetiştirilen Marul ve Ispanaklarda Nitrat ve Nitrit Miktarları ile Diğer Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD, Bursa.
- Dadalı, G., 2007. Bamya ve Ispanağın Mikrodalga Tekniği Kullanılarak Kurutulması, Doku ve Renk Özelliklerinin İncelenmesi ve Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Dağoğlu, G., Bildik, A. ve Aksoy, A., 1995. Van Yöresinde Sularda Nitrat ve Nitrit Düzeyi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 9, 240-244.
- Dejonckheere, W., Steurbant, W., Drieghe, S., Verstraeten, R. and Braeckman, H., 1994. Nitrate in Food Commodities of Vegetable Origin and the Total Diet in Belgium, 1992-1993. M.A.N. Microbiologie, Aliments, Nutrition, ISSN 0759-0644. Vol:12, No: 4, 359-370.
- Demiryürek, K., 2004. Dünya ve Türkiye’de Organik Tarım. J. Agric. Fac. HR. U., 8 (3/49), 63-71.
- Doğan, M., 2003. Şanlıurfa’da Karakoyun Deresi Atık Suları ile Sulanan Soğanda (*Allium cepa* L.) Toksik Element Birikimi Üzerine Bir Araştırma. Ekoloji Çevre Dergisi, 12 (48), 1-3.
- Duncan, C., Li, H., Dykhuizen, R., et. al, 1997. Protection Against Oral and Gastrointestinal Diseases: Importance of Dietary Nitrate Intake, Oral Nitrate Reduction and Enterosalivary Nitrate Circulation. Comp. Biochem. Physiol., 118A: (4), 939-948.
- Durmaz, H., Ardic, M., Aygün, O. ve Genli, N., 2007. Şanlıurfa ve Yöresindeki Kuyu Sularında Nitrat ve Nitrit Düzeyleri. YYÜ Vet. Fak. Dergisi, 18 (1), 51-54.
- Ekici, K., Alişarlı, M. ve Sancak, Y.C., 2008. Peynir Çeşitlerinde Nitrit ve Nitrozaminler. Y.Y.Ü. Veteriner Fakültesi Dergisi, 2, 71-72.
- Ekşi, O., 2005. Samsun Sebze Pazarlarından Toplanan Bazı Sebze ve Gıda Örnekleriyle Bazı İçme Suyu ve Taban Suyu Örneklerinin Nitrat İçeriğine İlişkin Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Ellis, G., Adatia, I., Yazdanpanah, M. and Makela S.K., 1998. Nitrite and Nitrate Analyses: A Clinical Biochemistry Perspective. Clin. Biochem., 31 (4), 195-220.
- Erkmen, G., Orak, H. and Şatiroğlu, S., 1990. Nitrate and Nitrite Content of Fresh Vegetables of Turkish Origin. Doğa-Tr. J. of Chemistry, 14, 196-200.
- Erman, Y., 2007. Erkek ve Kadınların Diyet-Kanser İlişkisi Hakkındaki Bilgi ve İnanışları. Ankara Üniversitesi Ev Ekonomisi Yüksek Okulu. Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler Yayın No: 16, ISBN: 978-975-482-3.
- Ezeagu, I.E. and Fafunso, M.A., 1995. Effect of Wilting and Processing on the Nitrate and Nitrite Contents of Some Nigerian Leaf Vegetables. Nutrition and Health, 10, 269-275.
- Fletcher, J.R., Law, S.J. and Walters, A.H., 1987. Effect of Cooking on the Nitrate Levels in Vegetables. Nutr. Health, 5 (1-2), 61-63.
- Fox, J.B., 1979. Kinetics and Mechanisms of the Griess Reaction. Anal. Chem., 51 (9), 1493-1502.
- Fytianos, K. and Zarogiannis, P., 1999. Nitrate and Nitrite Accumulation in Fresh Vegetables from Greece. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 62, 187-192.

- Gaiser, M., Rathjen, A. and Spiess, W.E.L., 1997. Nitrate Extraction During Blanching of Spinach. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 30 (4), 432-435.
- Gonzalez, C.A., Riboli, E., Batiste, E., et. al. 1994. Nutritional Factors and Gastric Cancer in Spain. *Am. J. Epidemiol.*, 139 (5), 466-473.
- Gorskaya, D.T., Kuznetsov, D.I., Ermakova, L.N., Shmal'ts, M.N., Il'moya, K.A., Dorofeev, A.L., Ragozhnik, F.A., Gumargalleva, K.Z., Kalinina, I.G. and Moiseev, V., 1989. Nitrates in Food Products. *Pish.Pro.Ezhe.Teori.Nau.Prack.Zhurnal.*, 10, 28-32.
- Gökalp, H.Y., Yetim, H. ve Kaya, M., 1987. İnsan Bünyesine Alınan Nitrat, Nitrit Miktarı ve Kaynakları, Aminler ve Çeşitli Gıdaların Amin İçerikleri. *Et ve Balık Endüstrisi Dergisi*, 8 (49), 12-18.
- Greenwood, D.J. and Hunt. J., 1986. Effect of Nitrogen Fertiliser on the Nitrate Contents of Field Vegetables Grown in Britain. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 37 (4), 373-383.
- Greer, F.R. and Shannon, M., 2005. The Committee on Nutrition and the Committee on Enviromental Health, Infant Methemoglobinemia: The Role of Dietary Nitrate in Food and Water. *Pediatrics*, 116, 784-786.
- Güçdemir, İ.H., 2006. Gübreleme Teknikleri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Çiftçi Eğitim Serisi. 2006/26. Ankara.
- Güçdemir, İ. ve Usul, M., 2004. Toprak Analiz Sonuçlarına Göre Gübre Tavsiyeleri. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 11-13 Ekim 2004. Ankara.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z., 1994. Çocuk ve Çevre. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:23, T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü. ISBN 975-7572-24-1, 29-35, Ankara.
- Güneş A., 1994. Ankara Koşullarında Yetiştirilen Ispanak Bitkisine Uygulanan Azotlu Gübrelerin Verim ve Nitrat Birikimi Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Ankara.
- Hammad, S.A., Abou-Seeda, M.A., El-Ghamry A. and Selim, E.M., 2007. Nitrate Accumulation in Spinach Plants by Using N-Fertilizer Types in Aluvial Soil. *Journal of Applied Sciences Research*, 3 (7), 511-518.
- Heisler, E.G., Siciliano, J., Krulick, S., Porter, W.L. and White, J.W., 1973. Nitrate and Nitrite Content of Market Potatoes. *J. Agr. Food Chem.*, 21 (6), 970-973.
- Heisler, E.G., Siciliano, J., Krulick, S., Feinberg, J. and Schwartz, J.H., 1974. Changes in Nitrate and Nitrite Content, and Search for Nitrosamines in Storage-Abused Spinach and Beets. *J. Agric. Food Chem.*, 22 (6), 1029-1032.
- Herod-Leszczyńska, T. and Miedzobrodzka, A., 1992. Effect of the Fermentation Process on Levels of Nitrates and Nitrites in Selected Vegetables. *Rocz Panstw Zakl Hig.*, 43 (3-4), 253-258.
- Hill, M.J., 1991. Nitrates and Nitrites from Food and Water in Relation to Human Disease. *Nitrates and Nitrites in Food and Water* (Ed: M. Hill)'de, Ellis Horwood Ltd., England, 163-188.
- Hunt, J. and Turner, K., 1994. A Survey Nitrite Concentrations in Retail Fresh Vegetables. *Food Addit. Contam.*, 11 (3), 327-332.
- Ikechukwu, E., 1996. Nitrate and Nitrite Contents in Ogi and the Changes Occurring during Storage. *Food Chemistry*, 56 (1), 77-79.

- Jaworska, G., 2005a. Content of Nitrates, Nitrites and Oxalates in New Zealand Spinach. *Food Chemistry*, 89, 235-242.
- Jaworska, G., 2005b. Nitrates, Nitrites and Oxalates in Products of Spinach and New Zealand Spinach Effect of Technological Measures and Storage Time on the Level of Nitrates, Nitrites and Oxalates in Frozen and Canned Products of Spinach and New Zealand Spinach. *Food Chemistry*, 93, 395-401.
- Joy, U.A., Ketiku, A.O. and Sridhar, M.K.C., 2003. Nitrate, Nitrite and Ascorbic Acid Content of Commercial and Home-Prepared Complementary, Infant Foods. *African Journal of Biomedical Research*, 6 (1), 15-20.
- Kaplan, M., Sönmez, S. ve Tokmak, S., 1999. Antalya-Kumluca Yöresi Kuyu Sularının Nitrat İçerikleri. *Turk Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (3), 309-313.
- Kara, E.E., 1993. Sebzelerde Nitrat Akümülayonu. *Ekoloji Dergisi*, 7, 10-13.
- Karaman, M.R., Brohi, A.R., Güneş, A., İnal, A. ve Alpaslan, M., 2000. Yöresel Değişik Azotlu Gübre Uygulamalarının Tokat Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Kışlık Sebzelerin Nitrat Akümülayonuna Etkisi. *Turk Journal of Agriculture and Forestry*, 24 (1), 1-9.
- Kavak, S., Bozokalfa, M.K., Uğur, A., Yağmur, B. ve Eşiyok, D., 2003. Farklı Azot Kaynaklarının Baş Salata (*Lactuca sativa* var. *Capitata*) Verim, Kalite ve Mineral Madde Miktarı Üzerine Etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 40 (3), 33-40.
- Kaya, M. ve Gökarp, H.Y., 1993. Sucuk Üretiminde Nitrat Kullanımının *Listeria monocytogenes*'in Çoğalımı Üzerine Etkisi. 8. KÜKEM Kongresi Özet Sayısı, 16 (2), 80-83.
- Kazemzadeh, A. and Ensafi, A.A., 2001. Sequential Flow Injection Spectrophotometric Determination of Nitrite and Nitrate in Various Samples. *Analytica, Chimica Acta*, 442, 319-326.
- Keleş, F., 1983. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Laboratuar Notları. Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fak., Erzurum.
- Kirovska-Cigulevska, O., 2002. Determination of Nitrates in Food Products. *Journal of Institute of Science and Technology of Balıkesir University*. ISSN: 1301-7985. 4 (2), 70-73.
- Klepper, L.A., 1979. An Improved Method for Nitrite Extraction from Plants. *J. Agric. Food Chem.*, 27 (2), 438-441.
- Kmiecik, W. and Lisiewska, Z., 1999. Effect of Pretreatment and Conditions and Period of Storage on Some Quality Indices of Frozen Chive (*Allium schoenoprasum* L.). *Food Chemistry*, 67 (1), 61-66.
- Kmiecik, W., Lisiewska, Z. and Slupski, J., 2004. Effects of Freezing and Storing of Frozen Products on the Content of Nitrates, Nitrites and Oxalates in Dill (*Anethum graveolens* L.). *Food Chemistry*, 86, 105-111.
- Kökosmanlı, M. ve Keleş, F., 1996a. Kuşburnu ve Kuşburnu Çayında C Vitamini. Gümüşhane Valiliği- KTÜ Orman Fakültesi, Kuşburnu Sempozyumu Bildiriler Kitabı. 5-6 Eylül 1996. 245-252.
- Kökosmanlı, M. ve Keleş, F., 1996b. Pektik Maddeler ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Gıda Sanayi*, 44, 27-29.
- Kökosmanlı, M. ve Keleş, F., 2000. Erzurumda Yetiştirilen Kızılcık Meyvesinin Marmelat ve Pulpa İşlenerek Değerlendirilmesi. *Gıda*, 25 (4), 289-298.

- Kyriakidis, N.B., Georgiou, K.T. and Batzaka, E.T., 1997. Nitrate and Nitrite Content of Greek Cheeses. *Journal of Food Composition and Analysis*, 10, 343-349.
- Lambeth, V.N., Fjelds M. and Brown, J.R., 1969. Detinning by Canned Spinach as Related to Oxalic Acid, Nitrates and Mineral Composition. *Food Technol*, 23, 840-842.
- Lee, C.Y., Shallenberger, R.S., Downing, D.L., et. al., 1971. Nitrate and Nitrite Nitrogen in Fresh, Stored and Processed Table Beets and Spinach from Different Levels of Field Nitrogen Fertilisation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 22 (2), 90-92.
- Lin, J.K. and Yen J.Y., 1980. Changes in the Nitrate and Nitrite Contents of Fresh Vegetables During Cultivation and Post-harvest Storage. Institute of Biochemistry, College of Medicine, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, Republic of China.
- Lisiewska, Z. and Kmiecik, W., 1997. Effect of Freezing and Storage on Quality Factors in Hamburg and Leafy Parsley. *Food Chemistry*, 60 (4), 633-637.
- Loon, A.J.M., Botterweck, A.A.M., Goldbohm, R.A., et. al., 1997. Nitrate Intake and Gastric Cancer Risk: Results from Netherlands Cohort Study. *Cancer Letters*, 114, 259-261.
- Lutsoia, K., Rooma, M. and Grupp Z., 1980. Correlation of the Nitrate and Ascorbic Acid Content in Vegetables and Fruits. *Vopr. Pitan.*, 3, 54-57.
- Lyons, D.J., McCallum, L.E., Osborne, W.J. and Nobbs, P.E., 1991. Assessment of Procedures for the Determination of Nitrate and Nitrite Vegetable Extracts. *Analyst*, 116, 153-157.
- Lyons, D.J., Rayment, G.E., Nobbs, P.E. and McCallum, L.E., 1992. Nitrate and Nitrite in Fresh Vegetables from Queensland. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 64 (3), 279-281.
- Markowska, A., Kotkowska, A., Furmanek, W., et. al., 1995a. Studies on the Contents of Nitrates and Nitrites in Selected Fresh and Heat Processed Vegetables. *Rocz Panst Zakladu Hgyieny*, 46 (4), 349-355.
- Markowska, A., Kotkowska, A., Furmanek, W., et. al., 1995b. Contents Estimation of Nitrates and Nitrites in Vegetables from the Province of Lodz. *Rocz Panst Zakladu Hgyieny*, 46 (4), 341-348.
- Marshall, P.A. and Trenerry, V.C., 1996. The Determination of Nitrite and Nitrate in Foods by Capillary Ion Electrophoresis, *Food Chemistry*, 57 (2), 339-345.
- Martin, S. and Restani, P., 2003. Determination of Nitrates by a Novel Ion Chromatographic Method: Occurrence in Leafy Vegetables (organic and conventional) and Exposure Assessment for Italian Consumers. *Food Additives and Contaminants*, 20 (9), 787-792.
- Maynard, D.N. and Barker, A.V., 1978. Regulation of Nitrate Accumulation in Vegetables. *ISHS Acta Horticulturae* 93: Symposium on Quality of Vegetables.
- Maynard, D.N., 1978. Critique of Potential Nitrate Levels in Edible Plant Parts In: Nielsen DR, Mc Donald JG (eds.), *Nitrogen in the Environment*, Academic Press, New York, 12, 221-233.
- McKnight, G.M., Duncan, C.W., Leifert, C. and Golden M.H., 1999. Dietary Nitrate in Man: Friend or Foe. *British Journal of Nutrition*, 81, 349-358.
- Meah, M.N., Harrison, N. and Davies, A., 1994. Nitrate and Nitrite in Foods and the Diet. *Food Addit. Contam.*, 11(4), 519-532.

- Mendicoa, J.C., Astiasaran, I., Bello, J., 1997. Nitrate and Nitrite Levels in Fresh and Frozen Broccoli. Effect of Freezing and Cooking. *Food Chemistry*, 58 (1-2), 39-42.
- Miedzobrodzka, A., Cieslik, E. and Sikora, E., 1992. Changes in Nitrate Levels and Nitrates in Carrot Roots During Storage in an Earthen Clamp, *Rocz. Panstw. Zak. Hig.*, 43 (1), 33-37.
- Miedzobrodzka, A., Sikora, E., Cieslik, E., Leszczynska, T., 1993. Nitrate and Nitrite Levels in Carrot Roots. *Nahrung / Food*, 37 (1), 41-45.
- Mozafar, A., 1993. Nitrogen Fertilizers ant the Amount of Vitamins in Plants: a Review. *Journal of Plant Nutrition*, 16 (12), 2479-2506.
- Mozolewski, W. and Smoczynski, S., 2004. Effect of Culinary Processes on the Content of Nitrates and Nitrites in Potatoe. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3 (6), 357-361.
- Muramoto, J., 1999. Comparison of Nitrate Content in Leafy Vegetables from Organic and Conventional Farms in California. Revised Version, 831 / 459-2506, Center for Agroecology and Sustainable Food System University of California, Santa Cruz, CA95064.
- Myshkin, A.E., Konyaeva, V.S., Gumargalieva. K.Z., and Moiseev, Y.V., 1996. Oxidation of Ascorbic Acid in the Presence of Nitrites. *J. Agric. Food. Chem.*, 44, 2948-2950.
- Nabrzyski, M. and Gajewska, R. 1994. The Content of Nitrates and Nitrites in Fruits, Vegetables and Other Foodstuffs. *Rocz. Panstw. Zakl. Hig.*, 45 (3), 167-180.
- Nantachit, K. and Winijkul, D., 2007. Nitrate and Nitrite Contents of Vegetables Marketed in Chiang Mai Province. *CMU. J.Nat. Sci.*, 6 (2), 349-354.
- Okafor, P.N. and Ogbonna, U.I., 2003. Nitrate and Nitrite Contamination of Water Sources and Fruit Juices Marketed in South-Eastern Nigeria. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16, 213-218.
- Okafor, P.N. and Nwogbo, E., 2005. Determination of Nitrate, Nitrite, N-nitrosamines, Cyanide and Ascorbic Acid Contents of Fruit Juices Marketed in Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 4 (10), 1105-1108.
- Okçu, Z., 2003. Bazı Sebzelerin Muhafaza Edilmeleri Sırasında Peroksidaz Aktivitesinde Meydana Gelen Değişmeler. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Oruç, H.H. ve Ceylan, S., 2001. Bursa’da Tüketilen Bazı Sebzelerde Nitrat ve Nitrit. *J. Fac. Vet. Med.*, 20 (3), 17-21.
- Öndeş, A.D., 1989. Sebzelerde Kullanılan Çeşitli Azot İçeren Gübrelerin Muhtelif Dozlarının Nitrat Birikimine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özçelik, A. ve Özer, O.O., 2006. Çiftçilere Yapılan Gübre Desteği ve Tarımsal Faaliyette Kullanılan Mazot için Destekleme Ödemelerinin Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. *Tarım Bilimler Dergisi*, 13 (1), 1-8.
- Özdestan, Ö. ve Üren, A., 2008. Ege Bölgesinde Sıklıkla Tüketilen Bazı Otların Nitrat ve Nitrit İçeriklerinin Saptanması. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Öztekin, N., Nutku, M.S. ve Erim, B., 2002. Simultaneous Determination of Nitrite and Nitrate in Meat Products and Vegetables by Capillary Electrophoresis. *Food Chemistry*, 76, 103-106.

- Peksa, A., Golubowska, G., Aniolowski, K., Lisinska, G. and Rytel, E., 2006. Changes of Glycoalkaloids and Nitrate Contents in Potatoes during Chip Processing. *Food Chemistry*, 97, 151-156.
- Pennington, J.A.T., 1998. Dietary Exposure Models for Nitrates and Nitrites. *Food Control*, 9 (6), 385-395.
- Petersen, A. and Stoltze, S., 1999. Nitrate and Nitrite in Vegetables on the Danish Market: Content and Intake. *Food Additives and Contaminants*, 16 (7), 291-299.
- Phillips, W.E.J., 1968. Changes in the Nitrate and Nitrite Contents of Fresh and Processed Spinach During Storage. *J. Agric.Food Chem.*, 16, 88-91.
- Pinho, O., Ferreira, I.M.P.L.V.O., Oliveira, M.B.P.P. and Ferreira, M.A., 1998. FIA Evaluation of Nitrite and Nitrate Contents of Liver Pates. *Food Chemistry*, 62 (3), 359-362.
- Poulsen, N., Johansen, A.S. and Sorensen, J.N., 1995. Influence of Growth Conditions on the Value of Crisphead Lettuce. *Plant Food Hum. Nutr.*, 47, 157-162.
- Punna, R. and Paruchuri, U.R., 2004. Effect of Maturity and Processing on Total, Insoluble and Soluble Dietary Fiber Contents of Indian Green Leafy Vegetables. *International Journal of Food Sciences and Nutrition.*, 55 (7), 561-567.
- Richardson, S.J. and Hardgrave, M., 1992. Effect of Temperature, Carbon Dioxide Enrichment, Nitrogen form and Rate of Nitrogen Fertiliser on the Yield and Nitrate Content of Two Varieties of Glasshouse Lettuce. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 59 (3), 345-349.
- Roman, M., 2005. The Presence of Nitrites, Nitrates and Heavy Metals in Raw-dry Meat Products in the Brasov Area Romania. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: Food Technology*, Vol. 9, no: 1.
- Rostkowski, J., Borawska, M., Omieljanuk, N. and Otlog, K., 1994. Content of Nitrates and Nitrites in Early Vegetables and Potatoes Sold in the Marketplace of Bialystok in the Year 1992. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*, 45 (2), 81-87.
- Roszczenko, A., Rogalska, J., Potapczuk, L., Kleczynska, A., 2001. Influence of Thermal Processing and Storage on the Content of Nitrates and Nitrites in Chosen Vegetables from the Podlasie Province, *Przegl Lek.*, 58 (7), 30-34.
- Sanderson, J.E., Consaul J.R. and Lee, K., 1991. Nitrate Analysis in Meats; Comparison of Two Methods. *Journal of Food Science*, 56 (4), 1123-1124.
- Santamaria, P., Elia, A., Serio, F., Todaro, E., 1999. A Survey of Nitrate and Oxalate Content in Fresh Vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 1882-1888.
- Santamaria, P., 2006. Nitrate in Vegetables: Toxicity, Content, Intake and EC Regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 10-17.
- Sen, N.P. and Donaldson, B., 1978. Improved Colorimetric Method for Determining Nitrate and Nitrite in Foods. *J. Assoc. off. Ana. Chem.*, 61 (6), 1389-1394.
- Sezen, Y., 1995. Gübreler ve Gübreleme. Atatürk Üniversitesi Yayınları no: 679, Ziraat Fakültesi Yayınları no: 303. Ders Kitapları Serisi No:55. Erzurum.
- Shrimali, M. and Singh, K.P., 2001. New Methods of Nitrate Removal from Water. *Environmental Pollution*, 112, 351-359.

- Shokrzadeh, M., Shokravie, M., Ebadi, A.G., Babae, Z. and Tarighati, A., 2007. The Measurement of Nitrate and Nitrite Content in Leek and Spinach Sampled from Central Cities of Mazandaran State of Iran. *World Applied Sciences Journal*, 2 (2), 121-124.
- Sırıken, B., Özdemir, M., Yavuz, H. and Pamuk, S., 2006. The Microbiological Quality and Residual Nitrate/Nitrite Levels in Turkish Sausage (*soudjouck*) Produced in Afyon Province, Turkey. *Food Control*, 17, 923-928.
- Sikora, E. and Cieslik, E., 1999. Correlation Between the Levels of Nitrates and Nitrites and the Contents of Iron, Copper and Manganese in Potato Tubers. *Food Chemistry*, 67, 301-304.
- Siciliano, J., Krulick, S., Heisler, E.G., et.al., 1975. Nitrate and Nitrite Content Some Fresh and Processed Market Vegetables. *J. Agric. Food Chem.*, 23 (3), 461-464.
- Sistrunk, W.A., 1980. Kale Greens Quality, Vitamin Retention and Nitrate Content as Affected by Preparation, Processing, and Storage. *Journal of Food Science*, 45 (3), 679-681.
- Sohier, Y., Poumarat, A.M. and Berges, P., 1976. Nitrates in Canned Spinach. Effects of Technological Treatments. *Ann. Nutr. Aliment.*, 30 (5-6), 689-694.
- Speijers, G.J.A., 1996. Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants in Food. The Forty-Fourth Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), World Health Organization Series: 35, Geneva.
- Spoon, M.D., Benedict, J., Leontos, C. and Zepponi, N.K., 1998. Increasing Fruit and Vegetable Consumption among Middle School Students. Implementing the 5-A-day Program. *Journal of Extension*, vol.36, no.4.
- Sulak, M. ve Aydın, İ., 2005. Yem Bitkilerinde Nitrat Birikmesi. *Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (2), 106-109.
- Susin, J., Kmecl, V. and Gregorcic, A., 2006. A Survey of Nitrate and Nitrite Content of Fruit and Vegetables Grown in Slovenia During 1996–2002. *Food Additives and Contaminants*, 23 (4), 385-390.
- Szymczak, J. and Prescha, A., 1999. Content of Nitrates and Nitrites in Market Vegetables in Wrocław in the Years 1996-1997. *Rocz Panstw Zakł Hig.*, 50 (1), 17-23.
- Şanlı, Y. ve Kaya, S., 1988. Ankara Piyasasında Satılan Bazı İşlenmiş Et Ürünlerinin Nitrat ve Nitrit İçerikleri Üzerinde Araştırmalar. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 35 (1), 24-46.
- Şengül M. ve Keleş, F., 2005a. Depolama Esnasında Patatesin Besin Öğelerinde Meydana Gelen Değişmeler. *Hasad Gıda Dergisi*, yıl: 20, sayı 240, 46-51.
- Şengül M. ve Keleş, F., 2005b. Patatesin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Depolama Şartlarının Etkisi. *Gıda*, 30 (2), 103-108.
- Teitoia, M.S., Berry, S.K., Kulkarni, S.G., et. al., 1988. Nitrate and Nitrite Contents in Vegetable. *J. Food Sci. Tech.*, 25 (5), 272-275.
- Telniceanu, A. and Parvan, C., 2002. Food Contamination in Romania during 1992-1998. Institute of Public Health Bucharest: 1-3, Dr Leonte Street, District 5, Bucharest, Romania.
- Teresa, L., Agnieszka, F.F., Ewa, C., Elzbieta, S. and Pawel, M. P., 2009. Effects of Some Processing Methods on Nitrate and Nitrite Changes in Cruciferous Vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22 (4), 315-321.

- Thomson, B. M, Nokes, C. J, and Cressey, P. J., 2007. Intake and Risk Assessment of Nitrate and Nitrite from New Zealand Foods and Drinking Water. *Food Additives and Contaminants*, 24 (2), 113-121.
- Topçu, A.A., 2003. Bazı Sebzelerin Nitrat ve Nitrit Miktarları ve Ispanakta Bekletme, Pişirme ve Dondurmanın Nitrat ve Nitrit İçeriğine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Topçu, A., Topçu, A.A., Saldamli, I. and Yuttagül, M., 2006. Determination of Nitrate and Nitrite Content of Turkish Cheeses. *African Journal of Biotechnology*, 5 (15), 1411-1414.
- Topçuoğlu, B., 1989. Azotlu ve Fosforlu Gübrelemenin Ispanak Bitkisinde (*Spinacea oleracea* L.) Okzalik Asit Oluşumuna Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Turan, M., 2002. Farklı Azotlu Gübrelerin Erzurum Yöresinde Yetiştirilen Beyaz Lahana (*Brassica Oleracea* var. Capitata)'nın Verim, Nitrat Birikimi, Toprak ve Bitkisel Özelliklerine Etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Tosun, İ., Karadeniz, B. ve Yüksel, S., 2003. Samsun Yöresinde Tüketilen Yenebilir Bazı Bitkilerin Nitrat İçerikleri. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 12 (47), 32-34.
- Tosun, İ. ve Üstün, S., 2004. Nitrate Content of Lettuce Grown in the Greenhouse. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 72, 109-113.
- Türkdoğan, M.K., Testereci, H., Akman, N., et al., 2003. Dietary Nitrate and Nitrite Levels in an Endemic upper Gastrointestinal (esophageal and gastric) Cancer Region of Turkey. *Turk J. Gastroenterol*, 14 (1), 50-53.
- Türkoğlu, G., 1999. Değişik Form ve Dozlarda Uygulanan Azotun Ispanak Bitkisinde Nitrat Birikimine Etkisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Ünsal, N., 1984. Azotlu Gübre Form ve Seviyelerinin Ispanak Bitkisinin Verim ve Kalitesine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, İzmir.
- Walker, R., 1975. Naturally Occuring Nitrate/Nitrite in Foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 26 (11), 1735-1742.
- Walter, C.L., 1991. Nitrate and Nitrite in Foods. *Nitrates and Nitrites in Food and Water* (M.J. Hill, editor). Ellis Horwood Ltd., England. 93-107.
- Wang, Y., Huang, W. and Liu, D., 2005. Nitrite Content of Common Vegetables in Wuhu City. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*, 16 (1), 189-192.
- Warman, P.R. and Havard, K.A., 1998. Yield, Vitamin and Mineral Contents of Organically and Conventionally Grown Potatoes and Sweet Corn. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 68, 207-216.
- Wawrzyniak, A., Gronowska-Senger, A. and Majchrzak, D., 1993. Values of Nitrates and Nitrites in Selected Vegetables Given to Hospitalized Children. *Rocz Panstwowe Zakladu Higieny*, 44 (4), 317-323.
- Wawrzyniak, A., Hamulka, J. and Pajak, M., 2008a. Evaluation of Nitrates and Nitrites Food Intake in Polish Households in Years 1996-2005. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 59 (1), 9-18.
- Wawrzyniak, A., Szczepanska, M., Hamulka, J. and Szymczyk, K., 2008b. Assessment of Nitrates and Nitrites Contents in Preschool Food Rations. *Rocz Panstw Zakl Hig.*, 59 (3), 273-281.

- Wieczorek, C. and Tracz, I., 1995. Changes of Nitrate, Nitrite and Vitamin C Contents in Leek. *Przemysł Spożywczy*, 49 (11), 437-439.
- Wilson, L.G., Boyette, M.D. and Estes, E.A., 1999. Postharvest Handling and Cooling of Fresh Fruits, Vegetables and Flowers for Small Farms. NC. State University, Cooperative Extension Part I.
- Winter, C.K. and Davis, S.F., 2006. Organic Foods. *Journal of Food Science*, 71 (9), 117-124.
- Wolff, I.A. and Wasserman, A.E., 1972. Nitrates, Nitrites and Nitrosamines, *Science*, 177 (4043), 15-18.
- Ximenes, M.I.N., Rath, S. and Reyes, F.G.R., 2000. Polarographic Determination of Nitrat in Vegetables. *Talanta*, 51, 49-56.
- Yahia, E.M., Barry-Ryan, C. and Dris, R., 2004. Treatments and Techniques to Minimise The Postharvest Losses of Perishable Food Crops. *Production Practices and Quality Assessment of Food Crops*, Vol:4, "Postharvest Treatment and Technology", 95-133. Netherlands.
- Yang, Y.J., 1992. Effect of Storage Treatment on NO₃ and NO₂ Contents in Vegetables. *Korean Society for Horticultural Sciences*, 33 (2), 125-130.
- Yıldız, N. ve Bircan, H., 1994. *Uygulamalı İstatistik*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Yay. No:704, Erzurum.
- Yordanov, N.D., Novakova, E. and Lubenova, S., 2001. Consecutive Estimation of Nitrate and Nitrite Ions in Vegetables and Fruits by Electron Paramagnetic Resonance Spectrometry. *Analytica. Chimica. Acta*, 437, 131-138.
- Zabunoğlu, S. ve Karaçal, İ., 1980. Azotlu Gübrelemenin Marul ve Ispanakta Nitrat ve Nitrit Birikimine Etkisi. VII. Bilim Kongresi. Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Tebliğ Özetleri. 06-10 Ekim 1980. Adana.
- Zatar, N.A., Abu-Eid, M.A. and Eid, A.F., 1999. Spectrophotometric Determination of Nitrite and Nitrate using Phosphomolybdenum Blue Complex. *Talanta*, 50, 819-826.
- Zengin, M., 1997. Nitratın Ispanak Bitkisinde Birikimi ve Toprakta Yıkınması Üzerine Bazı Azotlu Gübrelerin Etkileri. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak ABD, Konya.
- Zhong, W., Hu C. and Wang, M., 2002. Nitrate and Nitrite in Vegetables from North China: Content and Intake. *Food Additives Contaminants*, 19 (12), 1125-1129.

ÖZGEÇMİŞ

Erzurum’da 1979 yılında doğdu. İlk ve orta öğrenimini Erzurum’da lise öğrenimini Ankara’da tamamladı. 1997 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nden 2001 yılında mezun oldu. Eylül 2001 yılında Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı. Yüksek lisansını 2003 yılında tamamladıktan sonra aynı yıl Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında doktora eğitimine başladı. 2005 yılından beri Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracat Genel Müdürlüğü Doğu Anadolu İhracatçıları Birliği Genel Sekreterliği’nde Uzman Yardımcısı olarak çalışmaktadır.