

**SAMSUN SEBZE PAZARLARINDAN
TOPLANAN BAZI SEBZE VE GIDA
ÖRNEKLERİYLE BAZI İÇME SUYU VE
TABAN SUYU ÖRNEKLERİNİN NİTRAT
İÇERİĞİNE İLİŞKİN BİR ARAŞTIRMA**

**OSMAN EKŞİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAMSUN SEBZE PAZARLARINDAN TOPLANAN BAZI SEBZE VE
GIDA ÖRNEKLERİYLE BAZI İÇME SUYU VE TABAN SUYU
ÖRNEKLERİNİN NİTRAT İÇERİĞİNE İLİŞKİN BİR ARAŞTIRMA**

OSMAN EKŞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Fethi BAYRAKLI

SAMSUN - 2005

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından 04/01/2006 tarihinde yapılan sınav ile Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Fethi BAYRAKLI

Üye : Doç. Dr. Yüksel ORHAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Rıdvan KIZILKAYA

ONAY :

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.../.../200..

Prof. Dr. A. Nur ONAR

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

SAMSUN SEBZE PAZARLARINDAN TOPLANAN BAZI SEBZE VE GIDA ÖRNEKLERİYLE BAZI İÇME SUYU VE TABAN SUYU ÖRNEKLERİNİN NİTRAT İÇERİĞİNE İLİŞKİN BİR ARAŞTIRMA

ÖZET

Bu araştırma, Samsun sebze pazarlarından alınan bazı sebze ve gıda örnekleriyle bazı içme suyu ve yeraltı suyu örneklerinde nitrat içeriğinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırmada 33 adet sebze ve meyve örneği, 7 adet gıda örneği ve 9 adet su örneği potansiyometrik olarak nitrat elektrodu ile analiz edilmiştir.

Nitrat içeriği yaş maddede yapılan analizlere göre, sebze ve meyve örneklerinde en düşük turpta (0,2 mg/kg), en yüksek tere otunda (780 mg/kg), gıda örneklerinde en düşük ekmekte (0,6 mg/kg) ve en yüksek yeşil zeytinde (19 mg/kg) bulunmuştur. Su örneklerinde nitrat en düşük 2 nolu maden suyunda (20 mg/L) ve en yüksek kuyu suyunda (815 mg/L) belirlenmiştir.

Yeşil yapraklı sebzelerin diğer sebze ve meyvelere göre daha fazla nitrat içeriğine sahip olduğu saptanmıştır. Köksü sebzelerde ve meyvelerde ise düşük seviyelerde nitrate rastlanmıştır. Tarım alanlarında yüksek miktarda nitratlı gübre kullanılması ve gıdalara nitratlı katkı maddelerinin ilave edilmesi sonucu ürünlerde önemli nitrat artışının meydana geldiği anlaşılmaktadır. Tarım alanlarından gelen sızıntı suları ile kirlenen yeraltı sularında nitratın çok yüksek seviyelere çıktığı belirlenmiştir.

Vücuda alınan az miktardaki nitrat mide barsak sisteminde nitrite indirgenerek özellikle küçük çocuklarda methaemoglobinemi (siyanoz)'ye yol açarak toksik etki göstermektedir. Araştırma sonuçlarına göre, analizi yapılan sebze, meyve ve su örneklerinin bazılarının ve özellikle kuyu suyunun nitrat içeriğinin insan sağlığı açısından risk oluşturabileceği kanısına varılmıştır.

Anahtar kelimeler : Nitrat, sebze ve meyve, gıda, su, nitrat kirliliği

**A STUDY CONCERNING THE NITRATE CONTENT OF SOME VEGETABLE
AND FOODSTUFFES, DRINKING AND GROUNDWATER SAMPLES
COLLECTED FROM SAMSUN PROVINCE**

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the nitrate content in some vegetables and food samples collected from vegetable bazaars, some drinking water and groundwater sampled in Samsun province. In this research, 33 different vegetables and fruits, 7 different foodstuffs and 9 different water samples were analyzed for nitrate by using potentiometric method with nitrate electrode.

According to the analysis carried on fresh vegetable and fruit samples, the nitrate content was found the lowest in radish (0,2 mg/kg), the highest in cress (780 mg/kg) on basis of fresh weight. Moreover, in terms of food samples, it was found that the lowest was in bread (0,6 mg/kg) and the highest was in green olive (19 mg/kg). It was also observed that for water samples nitrate was the lowest in mineral water number-2 (20 mg/kg) and the highest in well water (815 mg/L).

One of the conclusion of this study is that although the green leafy vegetables have relatively more nitrate than that of other vegetables and fruits, but the nitrate content was found in lower rates in root vegetables. It was observed that the high rates utilization of nitrogeous fertilizer with nitrate and the contribution of substances with nitrate to the food causes an important nitrate increase in products. As a result it is observed that in well waters which is polluted by leakage waters from agricultural areas, is high in nitrate content.

In some cases, even lower doses of nitrate may cause cyanosis (methemoglobinemi) because of the reduction of nitrate to nitrite in the gastrointestinal tract of especially the infants. According to the results obtained from this research, it might be concluded that some of the analyzed samples of vegetables, fruit and water and especially the well water can be risky for human health.

Key words : Nitrate, vegetables and fruit, water, nitrate pollution

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın planlanması, yürütülmesi, değerlendirilmesi ve yazılması esnasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sn. Prof. Dr. Fethi BAYRAKLI'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmamda laboratuvar imkanlarını sonuna kadar seferber eden Toprak Bölümü Başkanı Sn. Prof. Dr. Ahmet KORKMAZ ile Toprak Bölümünün Değerli hocaları Sn. Doç. Dr. Coşkun GÜLSER ve Sn. Yrd. Doç. Dr. Rıdvan KIZILKAYA'ya, yardımlarını esirgemeyen Sn. Arş. Gör. Ayhan HORUZ ve Sn. Arş. Gör. Serkan İç'e teşekkür ederim.

Çevre Mühendisliği Bölümü'nde eğitimim boyunca bana emeği geçen tüm hocalarımı saygıyla anar kendilerine minnettar olduğumu belirtmek isterim.

Her zaman olduğu gibi Lisansüstü eğitimim sırasında da beni sabır ve şefkatle destekleyen ailemin tüm fertlerine teşekkür eder, bu çalışmanın ülkemize yararlı olmasını dilerim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
ÇİZELGELER LİSTESİ	vi
1.GİRİŞ	1
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1.Temel Bilgiler	3
2.2.Araştırma İle İlgili Literatür Bilgileri	9
3.MATERYAL VE METOT	23
3.1.Araştırma Materyallerinin Tanımı	23
3.2.Potansiyometrik Yöntem	24
3.2.1.Potansiyometrik Yöntemde Kullanılan Elektrodların Tipleri	25
3.2.2.Potansiyometrik Ölçümlerin Hassasiyeti ve Karışıklıklar	25
3.3.Araştırma Materyallerine Uygulanan Fiziksel ve Kimyasal İşlemler	26
3.3.1.Nem Miktarı Tayini	26
3.3.2.Nitratın Potansiyometrik Tayini İçin Yapılan Bazı İşlemler	26
3.3.2.1.Örneklerin Nitrat Analizi İçin Hazırlanması	26
3.3.2.2.HCl Çözeltisinin Hazırlanması	26
3.3.2.3.Standart Çözeltinin Hazırlanması	27
3.3.3.Nitratın Potansiyometrik Tayini	27
4.BULGULAR VE TARTIŞMA	28
5.SONUÇ VE ÖNERİLER	39
KAYNAKLAR	41
ÖZGEÇMİŞ	45

ŞEKİLLER LİSTESİ**Sayfa No**

Şekil 4.1. Sebze ve Meyve Örneklerine Ait Nitrat (NO_3^-) İçerikleri (mg/kg, Yaş Ağırlık Esasına Göre).....	33
Şekil 4.2. Sebze ve Meyve Örneklerine Ait Nitrat (NO_3^-) İçerikleri (mg/kg ,Kuru Ağırlık Esasına Göre).....	34
Şekil 4.3. Gıda Örneklerine Ait Nitrat (NO_3^-) İçerikleri (mg/kg, Yaş Ağırlık Esasına Göre).....	36
Şekil 4.4. Gıda Örneklerine Ait Nitrat (NO_3^-) İçerikleri (mg/kg, Kuru Ağırlık Esasına Göre).....	36
Şekil.4.5. Su Örneklerine Ait Nitrat (NO_3^-) İçerikleri (mg/L).....	38

ÇİZELGELER LİSTESİ**Sayfa No**

Çizelge 2.1. İçerdikleri Nitrat Miktarına Göre Sebze ve Meyve Grupları (Anonymous, 1996).....	7
Çizelge 2.2. Avrupa Komisyonu'na Göre Ispanak ve Marulda Kabul Edilebilir En Yüksek Nitrat Miktarları (E.C., 2002).....	8
Çizelge 2.3. Bazı Sebze ve Meyvelerin Nitrat Miktarlarına Ait Kaynak Verileri.....	19
Çizelge 2.3 Bazı Sebze ve Meyvelerin Nitrat Miktarlarına Ait Kaynak Verileri (devamı).....	20
Çizelge 2.3 Bazı Sebze ve Meyvelerin Nitrat Miktarlarına Ait Kaynak Verileri (devamı).....	21
Çizelge 2.4. Bazı Su Örneklerinin Nitrat Miktarlarına Ait Kaynak Verileri.....	22
Çizelge 3.1. Araştırmada İncelenen Sebze, Meyve, Gıda ve Su Örnekleri.....	23
Çizelge 4.1. Sebze ve Meyvelerin Nitrat (NO ₃ ⁻) İçeriklerine Ait Analiz Sonuçları.....	30
Çizelge 4.2. Gıda Örneklerinin Nitrat (NO ₃ ⁻) İçeriklerine Ait Analiz Sonuçları.....	35
Çizelge 4.3. Su Örneklerinin Nitrat (NO ₃ ⁻) İçeriklerine Ait Analiz Sonuçları.....	37

1.GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması ve tarım için ayrılan toprak miktarının şehirleşme ile beraber azalması sonucu, gıda kaynakları açığı ortaya çıkmıştır. İnsanoğlu bu açığı karşılayabilmek için yeni arayışlar içine girmiştir. Buna bağlı olarak özellikle tarımda birim araziden daha fazla verim elde etmek için, bitkilerde genetik ıslahın yanında daha fazla suni gübre kullanımı yoluna gidilmektedir. Aşırı gübre kullanımından dolayı, elde edilen ürünlerde çeşitli sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunların başında, gıdalarda azotlu gübre kullanımından kaynaklanan nitrat-nitrit kirlenmesi gelmektedir (Aksoy ve ark., 1999).

Azotlu gübreler, sebzelerin verimini arttırmak ve daha kaliteli üretim için bitkilerin gelişme döneminde uygulanmaktadır. Bu uygulama özellikle günlük tüketimi yüksek olan yeşil yapraklı sebzelerde nitrat birikimine neden olmaktadır (Artık ve ark., 2002). Üretimde azotlu bileşiklerin kullanılması sonucu yediğimiz, içtiğimiz tüm gıda maddelerinde farklı miktarlarda bulunan nitratin, çeşitli faktörlerin etkisiyle nitrit ve nitrosamin'lere indirgenmesi ve bu bileşiklerin de insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle tüm dünyada gıdaların içerdiği nitrat, nitrit ve nitrosamin miktarlarının belirlenmesi ile ilgili çalışmalara hız verilmiştir (Topbaş, 1987).

Nitrat, bitkiler için hayati bir besin kaynağı olan ve toprakta bulunan azottan doğal olarak oluşur. Nitrat oluşumu, çevredeki azot döngüsünün bir parçasıdır. Nitrat bazı yer altı sularında doğal olarak bulunur. Çoğunlukla toprakta oluşan nitrat, bitkiler tarafından tekrar alınır. Bu nitrat bitkilerin besin gereksinimlerini karşılarken, kök ve yapraklarında birikir. Baklagillerin köklerinde bulunan bakteriler havadaki nitrojeni bağlayarak nitrat oluşumunu sağlamaktadır.

Topraktaki nitrat kolayca erime özelliği nedeniyle yeraltı sularına karışabilir. Tuvalet, ahır ve ambar sızıntıları nitrat oranını arttırabilir. Kimyasal gübrelemeye bağlı olarak da topraktaki nitrat miktarında çok önemli artışlar meydana gelir. Yüzeysel kuyular (sığ kuyular) nitrat bakımından ve bunları nitrite çeviren bakterilerce zengindir. Kuyu sularına ulaşan nitrat, ortamın yetersiz oksijeni nedeniyle kolayca nitrite dönüşür. Kentsel sıvı atıklar ve kanalizasyon sistemleri de nitrat bakımından zengindir. Yağmur suları, kar suları, sulama ve toprağın ihtiyacından fazla gübrenmesi yeraltı sularının nitrat kirliliğini artırır (Beyhun ve Güler, 2002).

Nitrat ve nitrit bileşiklerinin, insanlarda akut ve kronik zehirlenmelere yol açabildiği bilinmektedir. Ancak zehirlenmenin en önemli kaynağını bulaşık-kirli sular, evsel kaynaklı atık sular ve aşırı düzeyde suni gübre kullanılan tarımsal alanlardan elde edilen sebze, meyve ve tahıllar oluşturmaktadır.

Doğal azot dönüşümünün bir sonucu olarak (atmosferik azot - toprakta bakteriyel nitrat halinde tutulma - bitki proteinlerine çevrilme - bitki ve hayvansal metabolizma artışı veya atığı olarak atılma - nitrat, üre ve amonyağa çevrilme - atmosfere tekrar salınma), toprak ve su yanında, bitki, meyve ve tarımsal ürünlerde nitrat ve nitrit halinde azota rastlanır. Tarımda azotlu gübrelerin yaygın ve artan bir şekilde kullanılması, insan, hayvan ve endüstriyel artıklardan kaynaklanan azotla, toprak, sular, tahıllar ve bitkilerin azot yükü giderek yükselir (Aksoy ve ark., 1999).

Sularda, sebzelerde ve gıdalarda yüksek miktarda nitrat bulunması birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülke için ciddi bir halk sağlığı sorunu haline gelmiştir. Ülkemizde de artan miktarda ve bilinçsizce azotlu gübrelerin kullanımı ve gıdalardaki katkı maddelerinde nitratlı bileşiklerin bulunması sonucu sebze, meyve, gıda ve sularda nitrat kirliliği meydana gelmektedir. Yapılan araştırmalar sebze, meyve, gıda ve içme sularında nitrat miktarlarının belirlenmesi ve elde edilen analitik verilerin değerlendirilmesi, etkili ve dengeli bir gübreleme programının yapılabilmesi ve nitrat kirliliği kaygılarına ışık tutması bakımından oldukça önemlidir.

Yapılan bu araştırmanın amacı Samsun'da pazarlarda satılan bazı sebze ve meyvelerde, marketlerde satılan bazı gıdalarda, meyve ve maden sularında, bazı içme ve taban suyu örneklerinde nitrat içeriklerinin belirlenmesi ve bu içeriklerin sınır değerlerle karşılaştırılarak değerlendirilmesidir.

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1.Temel Bilgiler

Azotun topraktaki inorganik bileşikleri, nitroz, nitrik oksit, amonyum, nitrit ve nitrat şeklindedir. İlk ikisi gaz halindedir ve çok az miktarda bulunur. Diğer üçü bitkiler tarafından azot kaynağı olarak alındıkları için önemlidir. Ancak bunlar toplam azotun %2'sinden azdır, geri kalan kısım ise organik maddedir (proteinlerin ve amino bileşiklerinin yapısında organik azot olarak). Organik azotlu bileşiklerin bitkilere yararlı olabilmesi için (baklagiller dışındakilere) bitkilerin alabileceği inorganik azot şekillerine dönüşmeleri gerekir. Dönüşüm sırası amonyum, nitrit ve nitrat şeklindedir (Topbaş, 1987).

Amonyak halindeki azotun nitratlara çevrilmesine "nitrifikasyon" adı verilir. Nitrifikasyon, her şeyden önce molekül halinde oksijen gerektirir. Bu da nitrifikasyonun iyi havalandırılan topraklarda kolaylıkla olabileceğini gösterir. Nitrifikasyon mikroorganizmalar (nitrosomonas ve nitrokokkus) tarafından yapılabileceği için nem ve sıcaklık gibi mikroorganizma etkinliği üzerine olumlu etki yapan ortam etmenleri nitrifikasyonun daha hızlı olmasını sağlar (Kacar, 1977).

Topraktan kökler tarafından alınan nitrat halindeki azot çok kısa bir zaman için önce amonyağa çevrilir ve amino grupları halinde organik asitlere bağlanır. Bu çevrilişte nitrat redüktaz enzimi etkili olmakta, redüksiyon için gerekli hidrojenler Krebs çemberinden sağlanmaktadır (Topbaş, 1987).

Sebzeler, yapı taşlarından biri olan azotu, NH_4^+ veya NO_3^- ve çok sınırlı olarak da organik azotlu bileşikler formunda almak üzere, yalnızca topraktan almaktadır. Eğer N topraktan NO_3^- formunda alınmışsa, bu önce NH_4^+ 'a indirgenmekte, NH_4^+ keto-asitlere bağlanmakta ve sonra amino asit ve proteinlerin oluşumunda kullanılmaktadır. Bu olay ancak yetişme şartlarının tümünün elverişli olması durumunda tamamlanmaktadır. Şartların yetersizliği durumunda ise, azot alındığı formda kalmakta ve eğer NO_3^- formunda alınmışsa, sebze nitrat artışına yol açmaktadır (Anonymous, 1996).

Bitkinin azot almasını ve azot değişimini; sıcaklık, nemlilik, havalandırma, gübreleme ve topraktaki organik madde oranı gibi çevre faktörleri etkilemektedir. Toprağın kuru olması durumunda bitkinin aldığı N miktarı aynı kalmakta, ancak NO_3^- dönüşümü tam olmamaktadır. Buna karşılık ışık, fotosentez ve protein oluşumunu hızlandırması nedeniyle, bitkideki nitrat düzeyini düşürmektedir.

Toprağa azotlu gübre verilmesi ise, verilen azotun miktarına ve formuna bağlı olarak, sebzedeki nitrat miktarının artmasına yol açmaktadır. Anılan etkenlere bağlı olarak sebzedeki miktarı yükselmiş olan nitrat, hasattan sonraki devrelerde nitrite indirgenebilmektedir. Birinci nitrit oluşumu, yetersiz taşıma ve depolama koşullarında ortaya çıkmaktadır. Buradaki indirgenme olayının nedeni, oksijen yokluğu çeken sebzenin intromoleküler solunumudur. Bu durumda nitrat, “oksijen-taşıyan” olarak görev yaparak nitrite indirgenmektedir. Daha çok bakterilerin etkisi ile ortaya çıkan ikinci nitrit oluşumu ise, sebzelerden yiyeceklerin hazırlanması ve bunların korunması sırasında kendisini göstermektedir. Konserve sebzelerde nitratın üçüncü bir parçalanma safhası da konserve kutudaki korozyon sırasında görülmektedir. Oksijen yokluğunda ortaya çıkan bu olayda, nitrat nitrit üzerinden amonyağa indirgenmekte, konservede nitrit artışı olmamaktadır. Bu kimyasal bir olay niteliğindedir.

Yiyeceklerle alınan nitratın, belirli koşullarda mide-bağırsak kanalında da parçalanması, nitrit oluşumunda dördüncü ve sonuncu devreyi oluşturmaktadır (Ekşi ve Cemeroğlu, 1977).

Yüzey ve yeraltı sularındaki nitrat kirliliği, topraktaki organik maddelerin biyolojik olarak parçalanması ve gübre kullanımı olmak üzere başlıca iki nedenden oluşmaktadır. Toprakta oluşan nitratın bitkiler tarafından kısmen tüketilmesi durumunda, kalan nitrat yağmur suları ile topraktan yıkanarak hem yeraltı sularını hem de yüzey sularını kirletmektedir. Diğer taraftan gereğinden fazla gübre kullanımı da toprağa ve dolayısıyla suya nitrat geçmesine yol açmaktadır. İdeal koşullarda toprağa atılan azotun %50-70'inin bitkiler tarafından kullanıldığı, %2-20'sinin buharlaşma yoluyla kaybedildiği, %15-25'inin kil ve toprakta bulunan organikler ile birleştiği ve geri kalan %2-10'luk kısmının yüzey ve yer altı sularına karıştığı bildirilmektedir. Ancak toprakta biriken nitratın suya geçişini etkileyen pek çok faktör bulunması nedeniyle, bu değerler değişebilmektedir. Etkileyen faktörler:

- Toprağın yapısı
- Bitkilerin azot gereksinimi
- Sıcaklık
- Yağmur
- Kullanılan gübre miktarı ve çeşidi
- Toprağın su içeriği vb.

olarak sıralanmaktadır.

Genel olarak yoğun tarım yapılmayan alanlardaki sularda göreceli olarak daha düşük, tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu alanlarda ise, daha yüksek nitrat düzeyleri görülmektedir. Tarım alanları dışında, yüzey ya da yeraltı sularında tipik olarak 0 ile 10 mg/L düzeyinde nitrat bulunmaktadır (Akkurt ve ark., 2002).

Sebzelerdeki yüksek nitrat düzeyi geniş getiren hayvanlarda ve insanlarda, özellikle bebeklerde nitrat zehirlenmesine (methaemoglobinemi) neden olmaktadır. Nitratın doğrudan zehir etkisi yoktur. Nitratın olumsuz etkisi insan ve geniş getiren hayvanların sindirim sisteminde bakteriler tarafından nitrite indirgenmesi nedeniyle.

Nitrat kan tarafından absorbe edilerek hemoglobin demirini oksitler, böylece kanın oksijen taşıma kapasitesini düşürür. Daha çok bebeklerde görülen öldürücü etki için genellikle kan hemoglobinin %50'den fazlasının oksitlenmesi gerekmektedir.

Sağlık ve bireysel kalıtım da duyarlılığı etkilemektedir. Sebzelerdeki yüksek nitrat birikimi kanser yapan nitrosaminlerin oluşumunu da arttırmaktadır (Anonymous, 1996).

Bazı bakterilerin sindirim sisteminde azotlu bileşikleri ve nitratları, nitritlere dönüştürdüğü daha 1945 yılından beri bilinmektedir. Fazla miktarda nitratın vücuda alınması nedeniyle meydana gelen zehirlenmeye nitrat zehirlenmesi denildiği halde, esas toksik etki gösteren nitrat değil nitrattan redüksiyon ile meydana gelen nitrittir. Nitrat bakteriler tarafından yetişkinlerde bağırsaklarda, çocuklarda ise midede ve oniki parmak bağırsağında nitrite indirgenir ve buralardan kolaylıkla kana geçtiği bildirilmektedir (Lee ve ark., 1971).

Nitrat zehirlenmesi sonucu kusma, zayıf düşme, bitkinlik ve methaemoglobinemi (mavi bebek sendromu) görülmektedir. Nitrat ve methaemoglobinemi arasındaki ilişki 1950'de Rosenfield ve Huston'un Amerika'nın Minnessota eyaletinde, içinde fazla miktarda nitrat bulunan kuyu suyu içen bebek ve küçük çocuklarda zehirlenme görmeleri ile anlaşılmıştır. "Medical World News" dergisinin 17 Temmuz 1970 tarihli sayısındaki bir makalede suyun aynı zamanda sebze, meyve, gübreler ve gıda muhafazasında kullanılan bazı maddelerde bulunan nitrat ve nitritlerin vücutta ikinci derecede aminlerle birleşerek kanserojen nitrosaminler meydana getirebileceği belirtilmiştir.

Nitratın insanların sindirim sistemlerinde bakteriler tarafından indirgenmesiyle oluşan nitrit, kan tarafından kolayca absorbe edilir. Nitrit kandaki hemoglobini hemiglobine (methemoglobin) dönüştürür. Demir hemoglobulinde Fe^{+2} , hemiglobulinde Fe^{+3} değerindedir. Hemoglobin dokulara oksijen taşıyamaz ve methaemoglobinemi (Siyanoz) olarak adlandırılan zehirlenme görülür. Süt çocuklarında vücut ağırlığının her kg'ı için 5 mg nitrit alınmasında bu zehirlenme görülebilir. Yetişkinlerde ise alyuvarlarda bulunan NADH-Methaemoglobin redüktaz enzim sistemi gibi enzimler, oluşan bu hemoglobulini birkaç saat içinde tekrar hemoglobine indirgeyerek zehirlenmenin önüne geçerler. Çeşitli araştırmacılar ikincil yapıdaki aminlerin NO_3^- ve NO_2^- 'den indirgenme yolu ile oluşan NO ile midede, asidik koşullarda N-nitrozaminleri oluşturduğunu belirtmektedir.

Nitrozaminlerin kanserojen etkiye sahip oldukları 1956'dan beri bilinmektedir. Yapılarına göre çeşitli nitrozaminler vardır. En önemli nitrozaminler, dimetilnitrozamin (DMN), dietilnitrozamin (DEN), nitrozopirolidin (NPYR), metilbenzilnitrozamin ve nitrozopiperin'dir. Yapılan çeşitli bazı çalışmalarda, nitrozaminlerin hücredeki deoksiribonükleik asit (DNA) yapısına etki ederek, mutajen bir özelliğe sahip olduğu bulunmuştur. Fare, sıçan, tavşan ve köpek ile yapılan denemelerde 10-40 mg/kg (vücut ağırlığı) oranında DMN dozunun belirtilen hayvanlarda karaciğer bozukluklarına neden olduğu ve bazen deneme hayvanlarının hepsini öldürdüğü görülmüştür. Bir kez 5 mg/kg (vücut ağırlığı) ya da 12 kez 0,5 mg/kg (vücut ağırlığı) DMN dozunun hayvanlar için öldürücü olduğu belirtilmektedir. Diyetinde bulunan 50-200 ppm'lik ve vücut ağırlığına göre 30 mg/kg DMN dozunun sıçanlarda karaciğer ve böbrek kanseri yaptığı saptanmıştır. Aynı şekilde diğer nitrozaminlerin de çeşitli formlarda kanserojen olduğu belirtilmektedir. Bazı araştırmacılar N-nitrozaminlerin kanserojen etkilerinin hayvan bünyesinde biriken etkiye sahip olduğunu alınan küçük dozların zamanla etkisini göstereceğini de ileri sürmektedir. Epidemiyolojik ya da klinik saptama ve bulgular olmamasına karşın, deneme hayvanlarının vücutlarının değişik kısımlarında kanserojenik tümörlere neden olan N-nitrozaminlerin, insanda da aynı tümörlere neden olmasının büyük olasılık olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Anonymous, 1996).

Muhafaza ve olgunlaştırma amacıyla nitrat ve nitrit katılan et, balık, peynir, süt tozu gibi hayvansal gıdalarda, bakteri, sıcaklık ve kimyasal reaksiyonların etkisiyle nitrozaminler oluşmaktadır (Özçelik, 1982).

Azotlu gübreler, sebzelerin verimini arttırmak ve daha kaliteli üretim için bitkilerin gelişme döneminde uygulanmaktadır. Bu uygulama özellikle günlük tüketimi yüksek olan yeşil yapraklı sebzelerde nitrat birikimine neden olmaktadır. Gübrelemenin yanı sıra nitrat birikimi üzerine tür, çeşit, bitki kısımları, vejetasyon periyodu, hasat zamanı, toprak özellikleri ve mevsim koşulları gibi faktörler etkili olmaktadır (Artık ve ark., 2002).

Gıdalar içerisinde fazlaca tükettiğimiz sebzelerin bazıları oldukça yüksek düzeylerde nitrat içerir. Meyvelerin ve bazı sebzelerin nitrat miktarları ise oldukça düşüktür (Özçelik, 1982). Günlük nitrat tüketicileri alımının %75-80'i sebzelerden kaynaklanmaktadır (Ximenes ve ark., 2000).

Bitkilerde verimi arttırmak ve görünüşü geliştirmek amacıyla tarımda fazla miktarda kullanılan azotlu gübrelerin özellikle sebzelerde ihtiyaçlarından fazla nitratı bünyelerinde biriktirdikleri belirlenmiştir. İçerdikleri nitrat miktarlarına göre sebze ve meyveler Çizelge 2.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. İçerdikleri Nitrat Miktarına Göre Sebze ve Meyve Grupları

(Anonymous, 1996)

Grup	Nitrat Düzeyi (mgNO ₃ ⁻ /kg)	Sebze ve Meyve
Düşük Nitratlılar	0-200	Domates, salatalık, biber, bezelye, yeşil fasulye, soğan, patates, muz ve kavun.
Orta Nitratlılar	200-600	Kereviz, havuç, lahana, karnabahar, pırasa, patlıcan ve çilek.
Yüksek Nitratlılar	600-4000	Marul, ıspanak, turp, pancar ve çin lahanası

2002 yılında yayınlanan Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre, marulda en fazla bulunabilecek nitrat miktarı 3500 mg/kg iken taze ıspanakta 3000 mg/kg, çin lahanası (Brassica pekinensis)'nda 1500 mg/kg, konserve veya dondurulmuş ıspanakta 2000 mg/kg, lahana (Brassica oleracea L.)'da 875 mg/kg ve peynirde 10 mg/kg'dır.

Çizelge 2.2. Avrupa Komisyonu'na Göre Ispanak ve Marulda Kabul Edilebilir En Yüksek Nitrat Miktarları (EC., 2002)

Ürün	En Yüksek Seviye (mgNO ₃ ⁻ /kg)	
1-Taze ıspanak (Spinacia oleracea)	1 Kasım-31 Mart aralığında hasat edilmiş	3500
	1 Nisan-31 Ekim aralığında hasat edilmiş	3500
2-Donmuş ıspanak		2000
3-Kıvırcık marul (Lactuca sativa L.)	1 Ekim-31 Mart aralığında hasat edilmiş:	4500
	serada yetiştirilmiş marul	4000
	açık havada yetiştirilmiş marul	
	1 Nisan-30 Eylül aralığında hasat edilmiş:	3500
serada yetiştirilmiş marul	2500	
açık havada yetiştirilmiş marul		
4-Düz marul	serada yetiştirilmiş marul	2500
	açık havada yetiştirilmiş marul	2000

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), taze sebzelerde yaş ağırlık üzerinden 300 mg/kg'dan fazla nitrat bulunmamasını önermektedir (Anonymous, 1996).

Ülkemizde geçerli olan içme suyu standartlarında (TS 266), nitrat için müsaade edilebilir en yüksek değer 45 mg/L olarak tanımlanmaktadır. Avrupa Birliği 50 mg/L'lik bir üst sınır getirirken, EPA ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 10 mg/L Nitrat-N (45 mg/L Nitrat) üst sınır olarak tanımlanmaktadır (Akkurt ve ark., 2002).

Avrupa Birliği'nin besin maddelerinin kontrolü için oluşturduğu bilimsel komitenin ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün belirlediği nitrat için günlük alınabilir miktar (ADI), 0-3,7 mgNO₃⁻/kg vücut ağırlığı olarak bildirilmektedir (SCF, 1995; Sebecic ve Vedrina-Dragojevic, 1999).

Yaprağı yenen bir kısım sebzelerde nitrat konsantrasyonu toksik düzeylere kadar çıkabilmektedir. Bazı ülkeler sebzelerde bulunabilecek en yüksek nitrat miktarı için sınır değerler belirlemişlerdir. Örneğin Hollanda'da kışlık ıspanak ve marul için yaş ağırlık üzerinden 4500 mgNO₃⁻/kg ve yazlık ıspanak ve marul için ise 2500 mgNO₃⁻/kg düzeyi en yüksek kabul edilebilir sınır olarak belirlenmiştir.

Almanya’da ise dört yaşa kadar olan çocuklar için en yüksek sınır değer taze sebzeler için 450 mg NO₃⁻/kg ve 900 mg NO₃⁻/kg olarak belirlenmiştir (Karaman ve ark., 2000).

Amerika Birleşik Devletleri’nde (ABD) yetişkin bir insanın günde ortalama 75 mg nitrat aldığı (yaklaşık 0,2-0,3 ppm nitrat nitrojen/kg/gün) kabul edilmekte ve bu miktarın %85’inin sebzelerden geldiği belirtilmektedir (Oruç ve Ceylan, 2001).

2.2.Araştırma İle İlgili Literatür Bilgileri

Pakistan’da yapılan bir çalışmada şehir atık suyunun sebze üretiminde kullanılması ile sebzelerin içeriklerinin nasıl değiştiğine bakılmıştır. Bu amaçla bir deneme kurulmuş ve ıspanak, kırmızı turp, havuç ve karnabahar sebzelerinin üretiminde nehir suyu, nehir suyu ile tavsiye edilen dozun yarısı kadar amonyum fosfat (NP) gübresinin birlikte muamelesi, şehir atık suyu ve şehir atık suyu ile tavsiye edilen dozun yarısı kadar NP gübresinin birlikte muamelesi kullanılmıştır. Nehir suyu ile sulanan taze ıspanakta 1165 ppm nitrat bulunurken, atık su ile NP gübresi muamelesi uygulanan ıspanakta 4441 ppm nitrat bulunmuştur. Nehir suyu ile sulanan kırmızı turpta nitrat içeriği 337 ppm bulunurken, nehir suyu ile NP gübresi muamelesinde 864 ppm, atık su ile sulama sonucu 1462 ppm ve atık su ile NP gübresi muamelesi ile sulama sonucunda 2321 ppm nitrat bulunmuştur. Havuçta nehir suyu ile yetiştirilen üründe 403 ppm, atık su ile yetiştirilen üründe 651 ppm, nehir suyu ile NP gübresi muamelesi kullanılarak yetiştirilen üründe 647 ppm ve atık su ile NP gübresi muamelesi kullanılarak yetiştirilen üründe 656 ppm nitrat içeriğine rastlanmıştır. Karnabaharda ise en düşük nitrat içeriğine 85 ppm ile nehir suyu ile yetiştirilen üründe rastlanırken, en yüksek nitrat içeriğine 298 ppm ile nehir suyu ile NP gübresinin muamelesi kullanılarak yetiştirilen üründe rastlanmıştır. Sonuçta NP gübresi ile atık suyun muamelesi kullanılması ile bütün sebzelerin nitrat içeriklerinin arttığı, yapraklı sebzelerin köksü ürünlere göre daha fazla nitrat biriktirdiği belirtilmektedir (İbrahim ve ark., 1995).

Gülser ve ark.(1999) tarafından yapılan bir çalışmada, Samsun’da eğimli arazilerde yetiştirilen bazı sebzelerin nitrat içeriklerinin nasıl değiştiği ve insan sağlığına uygun olup olmadığı araştırılmıştır. Aşırı miktarda inorganik azotlu gübrelerin kullanılması ile bitkilerdeki nitrat içeriğinin oldukça arttığı ve bu artışın topografya ile ne derece değiştiğini belirlemek amacıyla çeşitli eğimli arazilerin 4 farklı noktasından alınan lahanaya, marul, ıspanak ve beyaz lahanaya örnekleri incelenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda eğimli arazilerin dip kısımlarında yetişen sebzelerde yüksek nitrat içeriklerine rastlanmıştır. En yüksek nitrat değerleri lahanada 5467 mg/kg, marulda 1796 mg/kg, ıspanakta 555 mg/kg ve beyaz lahanada 283 mg/kg olarak arazinin dip kısımlarında yetişen örneklerde bulunmuştur. Araştırmada ortalama olarak lahanada 170-2484 mg/kg, marulda 81-1123 mg/kg, ıspanakta 115-555 mg/kg ve beyaz lahanada 67-283 mg/kg aralıklarında nitrat belirlenmiştir. Böylece NO₃⁻ sızıntısı ve toprak erozyonu gibi nedenlerle meyilli arazilerin dip kısımlarında yetişen sebzelerde bulunan nitrat içerikleri sağlık açısından tehlike oluşturabilecek değerlere ulaştığı belirlenmiştir.

Tosun ve Üstün (2004) tarafından yapılan bir araştırmada Samsun'un Çarşamba ve Bafra ilçelerinde seralarda yetiştirilen çeşitli marul örneklerinin nitrat içerikleri incelenmiş ve araştırmada bulunan nitrat değerleri literatürde belirtilen değerlerle karşılaştırılmıştır. Araştırmada nitrat içerikleri 139-5544 mg/kg (ortalama 2455 mg/kg) aralığında bulunmuştur. Çarşamba'daki seralarda yetiştirilen marullardaki nitrat içeriği ortalama 2597 mg/kg, Bafra'daki seralarda yetiştirilen marullardaki nitrat içeriği ortalama 2190 mg/kg olarak bulunmuştur. Bulunan değerler literatürle karşılaştırılmış ve literatüre göre daha yüksek değerlerin bulunduğu belirlenmiştir. Bu farkın nedenleri olarak ürün farklılığı, gübrelerin kullanımı, sıcaklık ve ışık gibi çevresel faktörlerin olduğu, yüksek sıcaklık ve düşük ışık şiddeti ile sebzelerdeki nitrat içeriğinin arttığı belirtilmiştir.

Fytianos ve Zarogiannis (1999) tarafından Yunanistan'daki süper marketlerde satılan 8 farklı taze sebze türünde nitrat içeriği araştırması yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda en yüksek nitrat içeriği 3760 mg/kg olarak ıspanakta (ortalama 1250 mg/kg) ölçülmüştür. Marulda ortalama 282 mg/kg (8-808 mg/kg aralığında), kerevizde ortalama 250 mg/kg (43-692 mg/kg aralığında), lahanada ortalama 209 mg/kg (20-414 mg/kg aralığında), salatalıkta ortalama 157 mg/kg (19,5-576 mg/kg aralığında), pırasada ortalama 132 mg/kg (43-333 mg/kg aralığında), kuru soğanda ortalama 127 mg/kg (20-240 mg/kg aralığında) ve domateste ortalama 34 mg/kg (8-55 mg/kg aralığında) nitrat değerleri bulunmuştur. Araştırma sonucunda sebze tüketiminin fazla olduğu Yunanistan'da nitrat içeriklerinin belirlenmesi, ıspanak, lahana ve kereviz gibi nitrat içeriği yüksek sebzelerin periyodik olarak incelenmesi gerektiği belirtilmiştir.

Güneydoğu Nijerya’da çeşitli kaynaklardan alınan sular ve marketlerde satılan maden suyu ile meyve suyu örneklerinde nitrat ve nitrit kirliliği araştırılmıştır. Araştırmada incelenen 12 farklı marka maden suyu örneğinde en düşük nitrat değeri 0,46 mg/L, en yüksek nitrat değeri 7,6 mg/L olarak bulunmuştur. Üç örnekte 7,2 mg/L, 7,6 mg/L ve 7,1 mg/L nitrat içeriği bulunmuştur. Nispeten yüksek nitrat içerikli bu suların çıkarıldıkları kaynakların endüstri bölgesi olduğu belirtilmiştir. İncelenen 12 adet sondaj kuyusu su örneklerinde 1,2 ile 4,6 mg/L aralığında nitrat değerleri bulunurken 10 adet nehir suyu örneğinde 0,6-2,1 mg/L aralığında, 15 adet kuyu suyunda 0,5-21,5 mg/L, 6 adet musluk suyunda 0,7-4,4 mg/L ve 8 değişik marka meyve suyu örneğinde 9,7-20 mg/L aralıklarında nitrat değerleri bulunmuştur. Araştırmada bulunan en yüksek nitrat içeriği 126,7 mg/L olarak şehir atık suyunda ölçülmüştür. Çalışma sonucunda şehir atık suyunun yeraltı suyunu kirletmesinin önlenmesi gerektiği, meyve ve maden sularının nitrat ve nitrit seviyelerinin düşürülmesi için çeşitli planların geliştirilmesine ihtiyaç olduğu ortaya konmuştur (Okafor ve Ogonna, 2003).

Chung ve ark. (2003) tarafından Kore’de yetişen sebzelerin nitrat ve nitrit içeriklerinin belirlenmesi için bir araştırma yapılmış ve 15 sebze türünden 600 adet örnek alınarak ölçümler yapılmıştır. Araştırmada incelenen örnekler Kasım-Mart dönemi ve Nisan-Ekim dönemi olmak üzere iki dönemde toplanmıştır. Araştırmada yaz ve kış hasatlarında çoğu sebzede nitrat seviyelerinde çok önemli farklılıklar bulunmamıştır. Yapılan ölçümler sonucunda nitrat seviyelerine bakıldığı zaman en yüksek seviyelerin *Allium tuberosum* Roth (taç papatya), ıspanak ve marulda ölçüldüğü, bunları kırmızı turp, çin lahanası, lahana, bal kabağında ve patatesin takip ettiği belirlenmiştir. Düşük nitrat seviyeleri ise yeşil soğan, havuç, salatalık, sarımsak, yeşil biber, soya fasülyesi ve soğanda bulunmuştur. Araştırmada nitrat içerikleri ortalama olarak çin lahanasında 1740 mg/kg, kırmızı turpta 1878 mg/kg, marulda 2430 mg/kg, ıspanakta 4259 mg/kg, soya fasülyesinde 56 mg/kg, soğanda 23 mg/kg, bal kabağında 639 mg/kg, yeşil soğanda 436 mg/kg, salatalıkta 212 mg/kg, patateste 452 mg/kg, havuçta 316 mg/kg, sarımsakta 124 mg/kg, yeşil biberde 76 mg/kg, lahanada 725 mg/kg ve *A.tuberosum* Roth (taç papatya)’da 5150 mg/kg şeklinde bulunmuştur. Araştırmada tüm sonuçlara bakıldığında nitrat değerlerinin 1 ile 10000 mg/kg aralığında değiştiği belirtilmiştir.

Mevsimsel olarak çok önemli farklılıklar olmasa da yaz aylarında hasat edilen ürünlerde nitrat içeriklerinin biraz daha yüksek çıkmasında Kore’li çiftçilerin nitratlü gübrelere sadece yaz aylarında kullanması en önemli neden olarak gösterilmiştir.

Yunanistan’da yapılan bir çalışmada, koyun sütünden üretilen Yunan peynirlerinin nitrat ve nitrit içerikleri araştırılmıştır. Araştırmada Gruyere, Feta, Casseri ve Kefalotyri isimli ve farklı türlerden 140 adet peynir örneği üzerinde ölçümler yapılmış ve ölçüm sonuçlarının Yunan Gıda Kanunu’na uygunluğu incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda gruyere peynir türünde 1,6-7,4 (ortalama $4 \pm 1,6$) ppm, feta peynir türünde 0,7-13,1 (ortalama $4 \pm 2,23$) ppm, casseri peynir türünde 1,2-7,9 (ortalama $4 \pm 1,5$) ppm, kefalotyri peynir türünde 1,3-9,5 (ortalama $4 \pm 2,4$) ppm ve diğer türlerde 1,9-8,4 (ortalama 4 ± 2) ppm nitrat değerleri bulunmuştur. Araştırma sonucunda Yunan Gıda Kanunu’nda belirtilen 10 mg/kg nitrat sınır değerini sadece bir örneğin geçtiği (13 ppm) görülmüştür. Ölçümlerde 6 örnekte nitrat değeri 8-10 ppm arasında ve diğer örneklerde nitrat değeri 8 ppm’in altında bulunmuştur (Kyriakidis ve ark., 1997).

Zhonh ve ark. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada Kuzey Çin’de marketlerde satılan patates, lahana, çin lahanası, soğan, kereviz, salatalık, domates, patlıcan ve bal kabağı sebzelerinin nitrat ve nitrit içerikleri belirlenmiştir. İncelenen 9 sebzedeki nitrat içeriğine bakıldığı zaman sonuçların 10 ile 10000 mg/kg aralığında bulunduğu belirtilmiştir. Genellikle yapraklı ve sap sebzelerde yüksek nitrat birikimi görülmektedir. En yüksek nitrat içeriği ortalama 3600 mg/kg ve en yüksek 10800 mg/kg’lık değeriyle kerevizde bulunmuştur. Çin lahanası, lahana, ve soğanda ortalama nitrat içeriği sırasıyla 2120, 1530 ve 704 mg/kg olarak bulunmuştur. Çin’de sebzelerdeki nitrat içeriği ile ilgili sınır değerlerin olduğu bir sınıflama yoktu. Bu çalışmadaki sonuçlarla bir sınıflama yapılmıştır. Sınıflama taze ağırlığa göre nitrat içeriği <1000, 1000<nitrat<2000 ve nitrat>2000 mg/kg şeklinde belirlenmiştir. Buna göre kereviz, çin lahanası ve lahanada çok yüksek konsantrasyonlarda nitrat bulunmuştur. Dokuz sebzedeki insan bünyesine nitrat alınımı hesaplandığında toplam alınımın yaklaşık 422,8 mg/gün olduğu bulunmuştur. Kuzey Çin’de insan bünyesine nitrat alınımının %57’si yüksek nitrat içerikleri ile kereviz ve çin lahanasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Kuzey Çin’de diyetle insan bünyesine toplam nitrat alınımının %80’ine bu dokuz sebzeden neden olduğu belirtilmiştir.

Petersen ve Stoltze (1999) tarafından Danimarka’da marketlerde satılan marul çeşitleri, pırasa, patates, pancar, çin lahanası ve beyaz lahanadaki nitrat ve nitrit içeriği 3 yıllık (1993-1997 yılları arasında) bir izleme programı ile belirlenmiştir. Bu sebzelerin diyetle nitrat alınımını en iyi temsil edecek sebzeler olduğu varsayılmış ve bu sebzelere ek olarak taze ve donmuş ıspanaktaki nitrat miktarı da belirlenmiştir. Araştırma sonucunda genellikle yıllara göre benzer sonuçların bulunduğu belirlenmiş olup sadece 1993 yılında analiz edilen pırasada öteki yıllara göre önemli farklı sonuçların bulunduğu belirlenmiştir. Üç yıl boyunca yapılan analizlerde 0 ile 8500 mg/kg aralığında nitrat içerikleri bulunmuştur. En yüksek nitrat içeriği marulda (ortalama 2631 mg/kg) bulunmuş olup, bunu taze ıspanak (ortalama 1983 mg/kg), pancar (ortalama 1505 mg/kg), buzdağı şekilli marul (ortalama 1074 mg/kg), çin lahanası (ortalama 1058 mg/kg), donmuş ıspanak (ortalama 680 mg/kg), beyaz lahana (ortalama 333 mg/kg), pırasa (ortalama 284 mg/kg) ve patates (ortalama 182mg/kg) izlemiştir. Danimarka’da üretilen lahana ile yabancı lahana örneklerinde benzer değerler bulunmuş olup ortalama nitrat içeriği 1100 mg/kg bulunmuştur. Danimarka’da üretilen patates ve yabancı patateste 3 yıl boyunca benzer sonuçlar bulunmuştur. Danimarka patatesinde ortalama nitrat içeriği 110-164 mg/kg arasında bulunurken, yabancı patateste 229-320 mg/kg bulunmuştur. Diyetle bu sebzelerden insan bünyesine nitrat alınımı Danimarka İstatistik Ofisi’ne ve Ulusal Gıda Ajansına göre hesaplama yapılmış ve hemen hemen aynı değer bulunmuştur. Bir gündeki toplam nitrat alınımı aşağı yukarı 40 mg bulunmuştur.

Caballero Mesa ve ark. (2003) tarafından yapılan bir araştırma ile İspanya’nın Tenerife Adası’nın içme sularının nitrat içeriği ve bu sulardan günlük nitrat alınimleri belirlenmiştir. Çalışmada Tenerife Adası 3 bölgeye ayrılmış ve bu üç bölgedeki 31 belediyenin su kaynaklarında 4 ay boyunca toplam 218 örnekte ölçüm yapılmıştır. Nitratın sebze ve ette yüksek içeriklerde olmasına rağmen insanların içme sularıyla nitratı daha hızlı alması nedeniyle su kaynaklarında nitrat içeriğinin araştırılması gerektiği belirtilmiştir. Araştırma sonucunda 31 belediyenin içme sularındaki nitrat içeriği 0,7 mg/L ile 57 mg/L aralığında bulunmuştur. Günlük nitrat alınimleri ise 1,4 mg/gün ile 115 mg/gün aralığında hesaplanmıştır. Bulunan en yüksek nitrat içeriği 57 mg/L ile Puerte de la Cruz Belediyesi’nin akiferlerinde bulunmuştur. Bunun muhtemel nedenleri olarak bu bölgedeki yoğun çiftçi faaliyeti ve nitratlı gübrelerin kullanılması gösterilmiştir.

Amr ve Hadidi (2001), Ürdün'de açık alanda ve serada yetiştirilen bazı sebzelerin nitrat içeriklerini belirlemişler ve açık alanda yetiştirilen sebzelerde en yüksek nitrat içeriğini ortalama 4,2 mg/100g (2-7 mg/100g aralığında) olarak kabakta bulmuşlardır. Lahana, marul, maydanoz ve ıspanakta belirlenen nitrat değerleri sırasıyla ortalama olarak 3,4 (0,1-5,3 mg/100g aralığında), 3 (0,4-9,6 mg/100g aralığında), 2,6 (1,1-4,1 mg/100g aralığında) ve 2,5 (0,2-5,5 mg/100g aralığında) mg/100g şeklindedir. En düşük nitrat içeriği 0,13 mg/100g olarak karnabaharda bulunmuştur. Serada yetiştirilen sebzelerde en yüksek nitrat içeriği ortalama 4,7 mg/100g (1,7-11 mg/100g aralığında) değerle kabakta bulunmuştur. Araştırma sonucunda bu çalışmadaki sebzelerdeki nitrat içerikleri dünyanın başka yerlerinde benzer sebzelerle yapılan çalışmalarda bulunan nitrat içeriklerine göre daha düşük olduğu ve serada yetiştirilen sebzelerdeki nitrat içerikleri açık alanda yetiştirilen sebzelere göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Çin'deki sebzelerde nitrat ve nitrit kirliliğinin araştırıldığı bir çalışmada 13 şehirde toplam 2373 örnek incelenmiş olup kök, sap ve yapraklı sebzelerde ortalama 199 ile 2758 mg/kg aralığında nitrat değerleri bulunurken kavun ve yemiş sebzelerde ortalama 22 ile 395 mg/kg aralığında nitrat değerleri bulunmuştur. Kök, sap ve yapraklı sebzelerde nitrat birikiminin daha fazla olduğu ve bunların kereviz, ıspanak, turp, havuç, marul, lahana ve çin lahanası gibi sebzeler olduğu belirlenmiştir. Nitrat birikiminin düşük olduğu sebzeler ise domates, sarımsak, salatalık, sukabağı ve mantar olduğu belirlenmiştir. Sonuçta özellikle saplı ve yapraklı sebzelerdeki yüksek nitrat içeriklerinin toplum için ciddi bir problem olduğu ve nitratlı gübre kullanımının artması sonucu bu problemin daha da artacağı belirtilmiştir (Zhou ve ark., 2000).

Sebecic ve Vedrına-Dragojevic (1999) tarafından yapılan bir çalışmada Hırvatistan'da en çok tüketilen sebzelerden patates ve lahanadaki nitrat ve nitrit içeriği araştırılmıştır. Araştırmada savaş bölgelerinde yetiştirilen patates ve lahana örnekleri ile savaş bölgesi dışındaki alanlarda yetiştirilen patates ve lahana örnekleri analiz edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda savaş bölgesinde yetiştirilen patateste nitrat içeriği yaş örneklerde 60-1542 mgNaNO₃/kg aralığında (ortalama 362 mgNaNO₃/kg), savaş bölgesi dışındaki bölgede yetiştirilen patateste ise 19-1526 mgNaNO₃/kg aralığında (ortalama 307 mgNaNO₃/kg) bulunmuştur.

Savaş bölgesinde yetiştirilen lahanada nitrat içeriği yaş örnekte 557-1680 mgNaNO₃/kg aralığında (ortalama 1016 mgNaNO₃/kg) bulunurken, savaş bölgesi dışındaki bölgede ise 117-1554 mgNaNO₃/kg (ortalama 806 mgNaNO₃/kg) olarak bulunmuştur. Sonuçlar incelendiğinde en yüksek nitrat içerikleri savaş bölgesinde yetiştirilen sebzelerde belirlenmiştir. Bunun muhtemel nedeninin, savaş bölgelerinde kullanılan askeri malzemelerin yapımında kullanılan farklı azotlu bileşikler içeren maddelerin gübrelere birlikte sebzelerde nitrat ve nitrit birikimine katkı yapması olduğu belirtilmiştir.

Antalya-Kumluca yöresi kuyu sularının NO₃ içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada 20 kuyudan alınan su örneklerinde analizler yapılmış ve kuyu sularının NO₃ içerikleri ortalama olarak 52 mg/L olmak üzere 2,4-165 mg/L değerleri arasında belirlenmiştir. Yöredeki kuyu sularının NO₃ içeriğinin çok değişken olduğu ve bu değişkenlikte başta kuyu derinliği olmak üzere yakındaki seraların gübreleme-sulama programı gibi diğer birçok faktörün etkilerinin olası olduğu bildirilmiştir. Kuyu suyu örneklerinin NO₃ içerikleri Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün bildirdiği 45 mg/L'lik sınır değerine göre değerlendirildiğinde örneklerin %50'sinin NO₃ bakımından kabul edilebilir sınırlar üzerinde kirlendiği belirlenmiştir (Kaplan ve ark.,1999).

Bursa ovasında açılmış bir sondaj kuyusunda 16-20 mg/L olan NO₃ konsantrasyonunun, gübrelemenin yapıldığı mevsimlerde 110-150 mg/L'ye kadar çıktığı tespit edilmiştir (Yahşi, 1981).

İç Ege Bölgesi sulama sularının bitki besleme açısından nitelikleri ve kimyasal içerikleri üzerine yapılan bir çalışmada yer altı sulama sularında NO₃ içeriklerinin genel olarak tehlikeli düzeyde olmadığı, toplam 48 adet su örneği içerisinde sadece Selendi (Manisa) ilçesinden alınan su örneğinin diğer su örneklerine göre daha yüksek miktarda (448,3 mg/L) NO₃ içerdiği saptamıştır (Kovancı, 1979).

Tokat Bölgesi çiftçi koşullarında yetiştiriciliği yapılan bazı kışlık sebzelerde yöresel azotlu gübre uygulamalarının nitrat birikimine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada kışın yetiştiriciliği yapılan ıspanak, lahanada, pırasa ve marul gibi sebzelerde nitrat tayini yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, ortalama nitrat düzeyleri taze ağırlık esasına göre ıspanak için 910-2360 mg/kg, lahanada için 945-1785 mg/kg, pırasa için 750-1947 mg/kg ve marul için 1401-2202 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir.

Sebzelerin nitrat kapsamı yöresel azotlu gübre uygulamalarından özellikle nitrat formunda azotlu gübre uygulamaları ile artış göstermiş ancak çoğu sebze de belirlenen nitrat miktarları insan sağlığı için tavsiye edilen kritik değerlerden düşük bulunmuştur (Karaman ve ark.,2000).

Samsun ve yöresinde doğal olarak yetişen ve yöre halkı tarafından tüketilen yabani bitkilerin nitrat içeriğinin saptanması amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada 20 çeşit yabani bitkide analizler yapılmış ve nitrat içeriği 32-9823 mg/kg (304-107253 mg/kg kuru maddede) arasında bulunmuştur. En yüksek nitrat miktarı kazayağında (*Falcaria vulgaris* Bernh.), en düşük ise kırçında (*Smilax excelsa* L.) saptanmıştır (Tosun ve ark.,2003).

Oruç ve Ceylan (2001) tarafından Bursa'da yapılan bir araştırmada marul, brokoli, ıspanak, beyaz lahanaya, pırasa ve rokadaki nitrat konsantrasyonları belirlenmiştir. 51 sebze numunesinde yapılan analizler sonucunda nitrat içerikleri en düşük 0,5 ppm, en yüksek 206 ppm olarak bulunmuştur. Sebzelerdeki nitrat miktarları büyükten küçüğe doğru rokada ortalama 104 ppm (46-206 ppm aralığında), marulda ortalama 70,57 ppm (19-193 ppm aralığında), taze ıspanakta ortalama 61 ppm (5-151 ppm aralığında), brokoli (1-42 ppm aralığında), beyaz lahanada ortalama 11 ppm (0,5-40 ppm aralığında) ve pırasada ortalama 3 ppm (1-9 ppm aralığında) olarak bulunmuştur.

İçel'de yetiştirilen sebzelerde nitrat iyonu olarak kıvırcık marulda 1726 ppm, marulda 1313 ppm, terede 1220 ppm, pazıda 1003 ppm, kırmızı lahanada 1002 ppm, maydanozda 866 ppm, ıspanakta 861 ppm, taze soğanda 575 ppm düzeylerinde nitrat tespit edilmiştir (Zeren ve ark., 1996).

Üstün ve Tosun (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, Samsun ve çevresinde yetiştirilen ve çiğ olarak tüketilen kırmızı lahanaya, salatalık, domates, havuç, biber, marul, beyaz turp, maydanoz, roka ve terenin nitrat içerikleri belirlenmiştir. Her sebze çeşidinden 5 farklı örnekte yapılan analizler sonucunda nitrat miktarı (kuru maddede) en düşük ve en yüksek olarak sırasıyla kırmızı lahanada 18-548 mg/kg (ortalama 130 mg/kg), salatalıkta 41-421 mg/kg (ortalama 229 mg/kg), domateste 134-854 mg/kg (ortalama 335 mg/kg), havuçta 15-873 mg/kg (ortalama 438 mg/kg), biberde 203-1357 mg/kg (ortalama 757 mg/kg), marulda 457-8220 mg/kg (ortalama 3169 mg/kg), beyaz turpta 156-9880 mg/kg (ortalama 5342 mg/kg), maydanozda 1788-13803 mg/kg (ortalama 6582 mg/kg), rokada 5721-9875 mg/kg (ortalama 7426 mg/kg)

ve terede 3359-14169 mg/kg (ortalama 8738 mg/kg) arasında bulunmuştur. Bu durumda en yüksek nitrat içeriği terede, en düşük nitrat içeriği ise kırmızı lahanada belirlenmiştir.

Aksoy ve ark. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada azotlu gübre form (amonyum nitrat, amonyum sülfat ve üre) ve dozlarının (0, 7, 14, 21, ve 28 g/m²) Caspar ve Kondor patates çeşitlerinin yumrularındaki nitrat ve nitrit içeriğine etkisi belirlenmiştir. Araştırmada en yüksek nitrat içeriği ortalama 108 ppm ile condor çeşidinde ve 139 ppm ile de 21 g/m² dozunda bulunurken, en düşük nitrat içeriği ortalama 94 ppm ile caspar çeşidi ve 68 ppm ile de 0 g/m² dozunda belirlenmiştir. Sonuçta patates yumrularında ölçülen nitrat düzeylerinin araştırmada belirtilen nitrat tolerans limiti olan 300 mg/kg'ı geçmediği saptanmıştır.

Rusya'da yapılan bir çalışmada, nitrat kirliliğinin %60-80'i sebzelerden, %20-30'u içme suyundan, %10-15'i et-et ürünlerinden ve %5-10'u meyve, meyve suyu, süt ve süt ürünlerinden kaynaklandığı ortaya konmuştur (Gorskaya ve ark., 1989).

Wawrzyniak ve ark. (1993) tarafından yapılan bir çalışmada hastanede yatan çocukların gıdalarına katılan belirli sebzelerin nitrat-nitrit içeriği sonbahar, kış ve ilkbahar olmak üzere 3 mevsimde incelenmiştir. Araştırmada kereviz, pancar, marul, maydanoz ve lahanada 1000 mg/kg nitrat saptanırken, kış ve ilkbaharda ölçülen sarımsak, pırasa ve patatesin nitrat içerikleri ise 10000 mg/kg'ın üzerinde bulunmuştur. Aynı şekilde sonbahar ve ilkbaharda ölçülen havuçta nitrat düzeyleri de 10000 mg/kg'ın üzerinde bulunmuştur. Hastanede yatan çocuklar için nitrat kaynaklarını, mevsimlere göre sırasıyla sonbaharda patates, kış aylarında havuç ve kereviz oluştururken pancarın kış ve ilkbaharda en fazla nitrat içeren sebze olduğu saptanmıştır.

Gundimeda ve ark. (1993) tarafından yapılan bir araştırmada, insan vücuduna alınan nitratın kaynağını, yumru olmayan sebzeler (%34,3), baharatlar (%32,1), tahıllar (%22,3), kök ve yumru sebzeler (%4,2), sert kabuklu meyveler ve yağlı tohumlar (%3,5), baklagiller (%2,21) ile diğer grup sebzeler (%1,39)'in oluşturduğu belirtilmiştir.

Korkmaz ve ark. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada sera şartlarında ve aynı harç ortamında yetiştirilen marul çeşitlerinin nitrat içerikleri belirlenmiştir. Araştırmada en yüksek nitrat içeriği 1052 mg/kg taze ağırlık ile Yedikule'de bulunurken en düşük nitrat içeriği 48 mg/kg ile Tasna'da bulunmuştur. Olenka marul çeşidinin nitrat içeriği 383 mg/kg, kıvırcık marul çeşidinin nitrat içeriği 775 mg/kg ve arapsaçı marul çeşidinin nitrat içeriği 852 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Artık ve ark. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada Ankara ve çevresinde 2000 yılı içerisinde yetiştirilen bazı taze sebze ve meyve örneklerinde nitrat miktarları araştırılmıştır. Araştırmada 34 çeşit sebze ve meyveden 66 adet örnek üzerinde analizler yapılmıştır. Araştırmada nitrat içeriğinin taze sebzelerde 0-3019 mg/kg, taze meyvelerde ise 0-126 mg/kg arasında değiştiği saptanmıştır. Nitrat miktarı, kereviz (1904-3667 mg/kg), roka (1325-3019 mg/kg) ve pazı (2622 mg/kg) örneklerinde yüksek bulunurken, kavun (0-48 mg/kg), karpuz (47-126 mg/kg) gibi meyveler ile havuç (0-48 mg/kg), domates (0-71 mg/kg) gibi meyve benzeri sebzelerde düşük düzeyde bulunmuştur. Yapılan analizler sonucunda bezelye, yeşil biber, domates, havuç, kornişon, acur, asma yaprağı, karnabahar, kuru soğan, patates, pırasa, yer elması, şeker pancarı, karpuz ve kavun örneklerinde nitrat miktarının 250 mg/kg'dan düşük olduğu bulunmuştur. Araştırmada en düşük ve en yüksek olarak sivri biberde 59-169 mg/kg, salatalıkta 183-424 mg/kg, ıspanakta 486-726 mg/kg, kabakta 935 mg/kg, karnabarda 133-199 mg/kg, kırmızı lahanada 161-406 mg/kg, kırmızı turpta 329-2258 mg/kg, kuru soğanda 60 mg/kg, marulda 317-1118 mg/kg, maydanozda 304-1227 mg/kg, nanede 1064 mg/kg, patatestede 48-93 mg/kg, patlıcanda 96-134 mg/kg, pırasada 123 mg/kg, şeker pancarında 83-125 mg/kg ve taze soğanda 502-1718 mg/kg nitrat bulunmuştur.

Sebze çeşitlerinin yanı sıra aynı çeşide ait sebze örneklerinde de nitrat içeriği bakımından büyük farklılıklar olduğu görülmektedir. Bunun, uygulanan azotlu gübre dozu, toprak özellikleri ve hasat zamanı ile ilgili olduğu sanılmaktadır. Nitrat içerikleri açısından sebze ve meyveler bir değerlendirmeye tutulduğunda en yüksek nitrat miktarının yapraklı sebzeler grubunda olduğu, bunu kök sebzelerin izlediği ve en düşük nitrat içeriğinin ise meyvelerde olduğu belirtilmiştir.

Gıdalarda nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir araştırmada içme suyu örneklerinde 0-766 (ortalama 13,67) mg/L, çay örneklerinde 0-0,98 (ortalama 0,26) mg/kg ve beyaz peynir örneklerinde 0-84,5 (ortalama 20,67) mg/kg nitrat içerikleri bulunmuştur (Anonymous, 1996).

Atık ve ark. (2002)'nin bildirdiğine göre Zengin ve Güldüren (1997), en düşük ve en yüksek olarak elmada 0-398 mg/kg, üzümde 11-294 mg/kg, kavunda 23-143 ve karpuzda 7-198 mg/kg nitrat değerleri bulurken, Nabrzycki ve Gajewska (1994) çilekte ortalama olarak 322 mg/kg nitrat içeriği belirlenmiştir.

Çizelge 2.3. Bazı Sebze ve Meyvelerin Nitrat Miktarlarına Ait Kaynak Verileri

Sebze-Meyve	Nitrat (NO ₃ ⁻) (mg/kg)			Kaynak
	En düşük	En yüksek	Ortalama	
Marul	63	1796	81-1123	Gülser ve ark. (1999)
	139	5544	2455	Tosun ve Üstün (2004)
	8	808	282	Fytianos ve Zarogiannis (1999)
	-	-	2430	Chung ve ark. (2003)
	-	-	2631	Petersen ve Stoltze (1999)
	4,6	96	30	Amr ve Hadidi (2001)
	19	193	70	Oruç ve Ceylan (2001)
			1401-2202	Karaman ve ark. (2000)
			1313	Zeren ve ark. (1996)
	457,61	8220,3	3169	Üstün ve Tosun (1998)
			48-1052	Korkmaz ve ark. (2004)
317	1118		Artık ve ark. (2002)	
Ispanak			1165-4441	İbrahim ve ark. (1995)
	44	555	115-555	Gülser ve ark. (1999)
	545	3760	1250	Fytianos ve Zarogiannis (1999)
			4259	Chung ve ark. (2003)
			1983	Petersen ve Stoltze (1999)
	2,5	55	25	Amr ve Hadidi (2001)
			910-2360	Karaman ve ark. (2000)
	5	151	61	Oruç ve Ceylan (2001)
			861	Zeren ve ark. (1996)
486	726		Artık ve ark. (2002)	
Lahana	45	5467	171-2484	Gülser ve ark. (1999)
	19,6	414	209	Fytianos ve Zarogiannis (1999)
			725	Chung ve ark. (2003)
			1530	Zhonh ve ark. (2002)
			333	Petersen ve Stoltze (1999)
	1,3	54	34	Amr ve Hadidi (2001)
			945-1785	Karaman ve ark. (2000)
	0,5	40	11	Oruç ve Ceylan (2001)
Pırasa	42	333	132	Fytianos ve Zarogiannis (1999)
			284	Petersen ve Stoltze (1999)
			750-1947	Karaman ve ark. (2000)
	1	9	3,2	Oruç ve Ceylan (2001)
	123			Artık ve ark. (2002)
Havuç			403-651-647-656	İbrahim ve ark. (1995)
			316	Chung ve ark. (2003)
	15	873	438	Üstün ve Tosun (1998)
	0	48		Artık ve ark. (2002)

Çizelge 2.3. Bazı Sebze ve Meyvelerin Nitrat Miktarlarına Ait Kaynak Verileri (devamı)

Patates			452	Chung ve ark. (2003)
			182	Petersen ve Stoltze (1999)
			108-139-94-68	Aksoy ve ark. (1999)
	48	93		Artık ve ark. (2002)
Maydanoz	11	41	26	Amr ve Hadidi (2001)
			866	Zeren ve ark. (1996)
	1788	13803	6522	Üstün ve Tosun (1998)
	304	1227		Artık ve ark. (2002)
Çin lahanası			1740	Chung ve ark. (2003)
			2120	Zhonh ve ark. (2002)
			1058	Petersen ve Stoltze(1999)
Kereviz	43	692	250	Fytianos ve Zarogiannis (1999)
		10800	3600	Zhonh ve ark. (2002)
	1904	3667		Artık ve ark. (2002)
Kırmızı turp			337-864-1462-2331	İbrahim ve ark. (1995)
			1878	Chung ve ark. (2003)
	329	2258		Artık ve ark. (2002)
Yeşil soğan			436	Chung ve ark. (2003)
			575	Zeren ve ark. (1996)
	502	1718		Artık ve ark. (2002)
Roka	46	206	104	Oruç ve Ceylan (2001)
	5721	9875	7426	Üstün ve Tosun (1998)
	1325	3019		Artık ve ark. (2002)
Karnabahar			85-298	İbrahim ve ark. (1995)
			1,3	Amr ve Hadidi (2001)
	133	199		Artık ve ark. (2002)
Salatalık	19,5	576	157	Fytianos ve Zarogiannis (1999)
			212	Chung ve ark. (2003)
	41	421	230	Üstün ve Tosun (1998)
	183	424		Artık ve ark. (2002)
Kuru soğan	19,8	240	127	Fytianos ve Zarogiannis (1999)
			23	Chung ve ark. (2003)
	60			Artık ve ark. (2002)
Domates	8	54	34	Fytianos ve Zarogiannis (1999)
	134	954	339	Üstün ve Tosun (1998)
	42	71		Artık ve ark. (2002)

Çizelge 2.3. Bazı Sebze ve Meyvelerin Nitrat Miktarlarına Ait Kaynak Verileri (devamı)

Kırmızı lahana			1002	Zeren ve ark. (1996)
	18	548	130	Üstün ve Tosun (1998)
	161	406		Artık ve ark. (2002)
Tere			1220	Zeren ve ark. (1996)
	3359	14169	8728	Üstün ve Tosun (1998)
Nane	1064			Artık ve ark. (2002)
Yeşil biber			76	Chung ve ark. (2003)
	203	1357	757	Üstün ve Tosun (1998)
	59	169		Artık ve ark. (2002)
Pancar			1505	Petersen ve Stoltze (1999)
	83	125		Artık ve ark. (2002)
Sarımsak			124	Chung ve ark. (2003)
Kabak	20	71	41	Amr ve Hadidi (2001)
	935			Artık ve ark. (2002)
Elma	0	398		Zengin ve Güldüren (1997)
Çilek			322	Nabrzyski ve Gajewska (1994)
Üzüm	11	294		Zengin ve Güldüren (1997)
Kavun	0	48		Artık ve ark. (2002)
	23	143		Zengin ve Güldüren (1997)
Karpuz	47	126		Artık ve ark. (2002)
	7	168		Zengin ve Güldüren (1997)
	203	1357	757	Üstün ve Tosun (1998)
	59	169		Artık ve ark. (2002)
Pancar			1505	Petersen ve Stoltze (1999)
	83	125		Artık ve ark. (2002)
Sarımsak			124	Chung ve ark. (2003)
Kabak	20	71	41	Amr ve Hadidi (2001)
	935			Artık ve ark. (2002)
Elma	0	398		Zengin ve Güldüren (1997)
Çilek			322	Nabrzyski ve Gajewska (1994)
Üzüm	11	294		Zengin ve Güldüren (1997)
Kavun	0	48		Artık ve ark. (2002)
	23	143		Zengin ve Güldüren (1997)
Karpuz	47	126		Artık ve ark. (2002)
	7	168		Zengin ve Güldüren (1997)

Çizelge 2.4. Bazı Su Örneklerinin Nitrat Miktarlarına Ait Kaynak Verileri

Su örneği	Nitrat (NO ₃ ⁻) (mg/L)			Kaynak
	En düşük	En yüksek	Ortalama	
Maden suyu			0,4-7,6-7,2-7,1	Okafor ve Ogbonna (2003)
Sondaj suyu	1,2	4,6		Okafor ve Ogbonna (2003)
Kuyu suyu	0,5	21		Okafor ve Ogbonna (2003)
	2,4	165		Kaplan ve ark. (1999)
Musluk suyu	0,7	4,4		Okafor ve Ogbonna (2003)
	0,7	57		Caballero Mesa ve ark. (2003)
	0	766	13,67	Anonymous (1996)
Meyve suyu	9,7	20		Okafor ve Ogbonna (2003)

3.MATERYAL VE METOD

3.1.Araştırma Materyallerinin Tanımı

Araştırmada materyal olarak kullanılan sebze ve meyve örnekleri Samsun İstasyon Pazarı, Modern Pazar ve çeşitli marketlerden temin edilmiştir. Sebze ve meyve örnekleri yerli ürünler, kültür ve sera ürünleri olarak alınmıştır. Yerli ürünler Samsun'da bireysel olarak üretim yapan ve ürettiği ürünleri bu pazarlarda satışa sunan köylülerden temin edilmiştir. Kültür ve sera ürünleri de yine bu pazar yerlerine ve çeşitli marketlere getirilen Samsun'da ve başka şehirlerde üretilmiş ürünlerden alınarak temin edilmiştir. Gıda, meyve suyu ve maden suyu örnekleri Samsun Saathane meydanındaki çeşitli marketlerden alınmıştır. Bu örnekler marketlerde satılan ve halkın en çok tercih ettiği çeşitli markalardan alınarak temin edilmiştir. Ayrıca Samsun şebeke suyu ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi şebeke suyu örnekleri çeşmeden temin edilmiştir. Kuyu suyu örneği ise Samsun Kirazlık Beldesi'nde bir tarım arazisinde bulunan kuyudan pompayla çekilerek alınmıştır. Araştırmada incelenen sebze, meyve, gıda ve su örnekleri Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada İncelenen Sebze, Meyve, Gıda ve Su Örnekleri

Sebze Örnekleri	Pırasa, Kara lahana, Ispanak (yerli), Nane, Tere otu, Roka, Selkim otu, Isırgan, Pazı, Ispanak (kültür), Şeker pancarı, Marul (yerli), Maydanoz, Marul (kültür), Kırmızı lahana, Yeşil soğan, Baş lahana, Havuç, Turp, Beyaz kabak (sera), Patlıcan (sera), Salatalık (sera), Patates (turfanda), Domates (sera), Sivri biber, Karnabahar, Kuru soğan, Sarımsak
Meyve Örnekleri	Çilek (sera), Kivi, Amasya elması, Starking elma, Golden elma
Gıda Örnekleri	Beyaz peynir, Kaşar peyniri, Tulum peyniri, Siyah zeytin, Yeşil zeytin, Ekmek, Kuru çay
Su Örnekleri	Kuyu suyu, Samsun şebeke suyu, OMÜ şebeke suyu, Vişne suyu, Şeftali suyu, Kayısı suyu, Maden suyu-1, Maden suyu-2, Maden suyu-3

3.2.Potansiyometrik Yöntem

Potansiyometrik çözümlenmelerde çözeltideki iyonların aktiviteleri ile elektrod potansiyeli arasındaki ilişkiyi yararlanılarak iyonların aktivite veya konsantrasyonları tayin edilebilmektedir.

Potansiyel farkının ölçülmesinde kullanılan elektrod iki fazlı elektrokimyasal bir sistemdir. Bu sistemde iki fazı ayıran sınırı sadece tek taşıyıcı (iyon, elektron vs.) geçebilmektedir. Örnek olarak gümüş teli ve gümüş nitrat çözeltisinden oluşan iki fazlı bir sistemi ele alacak olursak;

$\text{AgNO}_3(\text{I})/\text{Ag}(\text{II})$ sistemine potansiyel oluşturan tepkime $\text{Ag}^+ \leftrightarrow \text{Ag}$ şeklinde gösterilebilir. Bu eşitlikte, (Ag^+) çözeltisi içerisindeki gümüş iyonu, (Ag) ise katı fazdaki (gümüş teli) gümüş iyonunu göstermektedir. Denge durumunda gümüş iyonunun her iki faz içerisindeki elektrokimyasal potansiyelleri birbirine eşittir, yani;

$${}^x\text{Ag}^+ = {}^x\text{Ag} \text{ dir.} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

Potansiyel farkı sadece iki elektrod arasında söz konusu olduğu için tek bir elektrodun potansiyeli ölçülemez. Bu elektrodlardan birisi referans (potansiyeli sabit kabul edilen elektrod) seçilerek diğer elektrodlarla bu elektrod arasındaki potansiyel farkı ölçülebilir. Hidrojen elektrodu genel olarak referans olarak alınır ve potansiyeli sıfır kabul edilir. Zira bu elektrod için $a_{\text{H}_3\text{O}^+} = 1$ ve $P_{\text{H}_2} = 1$ varsayımı kabul edilmiştir. Örneğin diğer elektrodun, (i) elektroduna göre potansiyeli (E) ile gösterilecek olursa;

$$E = E_0 \pm RT / ZF \cdot \ln a_i, \quad a_i = E_0 \pm 2.3RT / ZF \cdot \log a_i \quad (\text{Eşitlik 2})$$

eşitliği yazılabilmektedir. Bu eşitlik “Nerst” eşitliği olarak bilinmektedir. Eşitlikte,

E = Hidrojen iyonu ile (i) elektronu arasındaki potansiyel farkını,

E_0 = (i) elektronunun standart potansiyelini,

a_i = (i) iyonunun aktivitesini,

R = Gaz sabitesini,

T = Mutlak sıcaklığı,

Z = İyon yükünü,

F = Faraday sabitesini ($96487 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{ek}^{-1}$) göstermektedir.

Ölçümü yapılan iyonun elektrik yükünün işaretine göre potansiyel farkı (E), çözeltideki ilgili iyon aktivitesinin artmasıyla artar veya azalır.

Uygulamalarda hidrojen elektrodu referans elektrod olarak genellikle kullanılmaz. Bunun yerine ölçüm şartlarına bağlı olarak hidrojen elektroduna göre potansiyeli belirlenmiş diğer elektrodlar referans olarak kullanılmaktadır (Bayraklı, 1998).

3.2.1.Potansiyometrik Yöntemde Kullanılan Elektrodların Tipleri

Elektrodlar çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. Özellikle kullanılış yerlerine ve elektrodun membran (zar) tipine göre yapılan sınıflandırma pratik amaçlar için daha uygun görülmektedir. Çünkü kullanılış sahasına göre ölçüm elektrodu ile referans elektrodu birbirinden ayırmak daha kolay olmaktadır.

Metal elektrodlar grubuna Ag, Hg, Pt ve Au elektrodları örnek olarak verilebilir.

Membran elektrodların en eskisi ve en çok bilineni cam elektrodudur. Kullanılan camın özellikleri elektrodun özelliğini tayin etmektedir. Örneğin silikat camı yüzeyi tek değerlikli iyonlar için oldukça seçici bir özelliğe sahiptir. Katı zarlar yanında sıvı membranlarda bu amaç için kullanılmaktadır.

Referans elektrodları prensip olarak bir sistemde sabit bir potansiyel üreten elektrodlar olarak kullanılır. Örneğin, sabit H^+ aktivitesinin söz konusu olduğu bir sistemde (tamponlanmış sistem) diğer iyonların potansiyometrik tayinlerinde H^+ iyonuna karşı hassas olan bir elektrod (cam elektrod) referans elektrod olarak kullanılabilir. Çünkü sabit potansiyele sahip özel referans elektrodları her zaman bulunmayabilir. Bu tip özel referans elektrodlara örnek olarak kalomel elektrod verilmektedir (Bayraklı, 1998).

3.2.2.Potansiyometrik Ölçümlerin Hassasiyeti ve Karışıklıklar

Potansiyometrik ölçümün hassasiyeti büyük ölçüde kullanılan elektrodun tayin edilecek olan iyonu seçicilik kabiliyetine bağlıdır. Ölçüm aralığı 10^{-1} - 10^{-5} mol/litre arasında değişir. 10^{-5} M'dan daha düşük konsantrasyonların ölçülmesi mümkün olmasına rağmen, çok düşük konsantrasyonlarda iyonların elektrodun cam yüzeylerinde tutulması nedeniyle bazı güçlüklerle karşılaşmaktadır. Bunun için bu tip ölçümler tamponlanmış çözeltilerde mümkün olmaktadır.

Doğrudan yapılan potansiyometrik ölçümlerde membran bileşimindeki değişimler bazı karışıklıklara neden olur. Örneğin, Cu^{+2} iyonu kadmiyum (Cd) elektrodunu CdS 'e çevirmek suretiyle bu elektrodun zamanla Cu elektroduna dönüşmesine neden olabilir.

Doğrudan yapılan potansiyometrik ölçümlerde diğer bir hata kaynağı da referans elektrodu içerisindeki çözelti ile tayin çözeltisinin temas yüzeyinde oluşan sıvı temas potansiyelidir. Bu potansiyel çözücünün çeşidine, iç ve dış çözeltideki iyonların konsantrasyonuna bağlıdır (Bayraklı, 1998).

3.3.Araştırma Materyallerine Uygulanan Fiziksel ve Kimyasal İşlemler

3.3.1.Nem Miktarı Tayini

Araştırmada kullanılan sebze, meyve ve gıda örneklerinden alınan numuneler önce yaş olarak tartılmış ve yaş ağırlıkları alınmıştır. Yaş ağırlıkları alınana bu numuneler 70°C'ye ayarlanmış etüvde 24 saat sabit ağırlığa kadar kurutulmuştur. Kurutulan bu numuneler tekrar tartılarak kuru ağırlıkları alınmıştır. Örneklerdeki nem miktarı, Bayraklı (1987)'ya göre yüzde olarak örneğin ağırlık kaybının kurutmadan önceki örnek ağırlığına oranının 100 ile çarpılması tayin edilmiştir.

3.3.2.Nitratın Potansiyometrik Tayini İçin Yapılan Bazı İşlemler

3.3.2.1.Örneklerin Nitrat Analizi İçin Hazırlanması

Taze sebze örnekleri yaş olarak nitrat analizi için öğütücüde parçalanarak püre haline getirilmiştir. Yapraklı sebzelerde homojen bir karışımın oluşması için sebzenin her noktasından parça kopartılmış ve parçalama işlemi yapılmıştır. Bunun yanında diğer sebzeler ve meyve örneklerinden de belirli kısımlardan alınan parçalar blenderde parçalanarak püre haline getirilmiştir. Gıda örnekleri ise havanda ezilerek homojen hale getirilmiştir. Blenderde parçalanarak püre haline getirilen ve havanda ezilen örneklerden bir miktar alınarak önceden darası alınmış 150 ml'lik şişelere konularak tartımları alınmış ve örneklerin ağırlıkları bulunmuştur. Şişelerdeki örneklere yapılarındaki nitratın çözeltiliye geçmesini sağlamak amacıyla 0,01M'lık HCl çözeltisinden 50'şer ml ilave edilmiştir. Şişeler çalkalanarak örnekler analize hazır hale getirilmiştir.

3.3.2.2.HCl Çözeltisinin Hazırlanması

Örneklerin çözünmesi için 0,01M HCl çözeltisi hazırlanmıştır. Bunun için %37'lik HCl çözeltisi kullanılmıştır.

3.3.2.3. Standart Çözeltinin Hazırlanması

Nitratın potansiyometrik tayini için kullanılacak nitrat elektrodunu standardize etmek için NaNO_3 stok çözeltisinden 1, 3, 10, 30 ve 100 ppm'lik standart çözeltiler hazırlanmıştır.

3.3.3. Nitratın Potansiyometrik Tayini

Bitki bünyesinde nitrat suda çözünür durumdadır. Çok ince öğütülmüş bitki materyalinin su ile ekstraksiyonundan elde edilen çözeltideki nitrat miktarı özel iyon elektrodu kullanılarak tayin edilebilir (Bayraklı, 1987).

Analize hazırlanmış taze sebze ve meyve örnekleri, gıda örnekleri ile meyve suyu, maden suyu, şebeke suyu ve kuyu suyu örneklerinde nitrat Anonymous (1998)'e göre Consort P903 iyonmetresi ile potansiyometrik olarak belirlenmiştir.

Analizde kullanılan nitrat elektrodu referans elektrod ile bitişik halde (kombine elektrod) imal edilmiştir. Consort P903 iyonmetresi ölçüm sonucunu mgNO_3/L yani ppm NO_3 olarak vermektedir. İyonmetreye takılan elektrod hazırlanmış olan 1, 3, 10, 30 ve 100 ppm'lik NaNO_3 standart çözeltileri ile standardize edilmiştir. Bunun için 1 ppm'den başlayarak sırasıyla elektrottaki potansiyel farkı değerleri yardımıyla standardizasyon işlemi yapılmıştır. Ölçümün hassasiyeti için her beş ölçümden sonra standardizasyon işlemi tekrarlanmıştır.

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

Bugüne kadar sebze, meyve, gıda ve sularda nitrat içeriği ile ilgili yapılan çalışmalarda değişik yöntemler kullanılmış olup aynı tür ürünlere ait örneklerde yapılan analizlerde nitrat içeriklerine bakıldığı zaman çok farklı sonuçların bulunduğu görülmektedir. Araştırmada kullanılan Consort P903 iyonmetresi ile yapılan analizin sonucunun duyarlılığı çok yüksektir.

Sebze ve meyve çeşidine göre örneklerdeki nitrat içerikleri Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Çizelge 4.1 incelendiğinde görüleceği gibi sebze ve meyve örneklerinin nitrat miktarı yaş ağırlık esasına göre 0,2-780 mg/kg, kuru ağırlık esasına göre 4,2-4724 mg/kg aralığında değişkenlik göstermektedir. Yapılan analizler sonucunda pırasa, kara lahana, ıspanak (yerli), nane, selkim otu, pazı, ıspanak (kültür), marul (yerli), maydanoz, marul (kültür), kırmızı lahana, yeşil soğan, baş lahana, havuç, turp, patates (turfanda), patlıcan (sera), salatalık (sera), domates (sera), sivri biber, karnabahar, kuru soğan, sarımsak, çilek (sera), kivi, Amasya elması, starking elma ve golden elma örneklerinde nitrat miktarının Dünya Sağlık Örgütü (WHO)’nün belirlediği taze sebzelerde yaş ağırlık üzerinden 300 mg/kg’lık nitrat sınır değerinden düşük olduğu, dolayısıyla bu sebze ve meyvelerin nitrat miktarının sağlık açısından endişe verici seviyede olmadığı görülmektedir. Tere otu, roka, ısırgan, şeker pancarı ve beyaz kabak (sera) örneklerinde ise WHO’nun belirlediği 300 mg/kg’lık sınır değerden yüksek nitrat içerikleri belirlenmiştir.

Bu konuda literatürde rastlanılan en yüksek nitrat değerleri, marulda kuru maddede 8220 mg/kg (Üstün ve Tosun, 1998), ıspanakta 4441 mg/kg (İbrahim ve ark., 1995), lahanada 5467 mg/kg (Gülser ve ark., 1999), pırasada 1947 mg/kg (Karaman ve ark., 2000), havuçta kuru maddede 873 mg/kg (Üstün ve Tosun, 1998), patateste 452 mg/kg (Chung ve ark., 2003), maydanozda kuru maddede 13803 mg/kg (Üstün ve Tosun, 1998), yeşil soğanda 1718 mg/kg (Artık ve ark., 2002), rokada kuru maddede 9875 mg/kg (Üstün ve Tosun, 1998), karnabaharda 298 mg/kg (İbrahim ve ark., 1995), salatalıkta 576 mg/kg (Fytianos ve Zarogiannis, 1999), kuru soğanda 240 mg/kg (Fytianos ve Zarogiannis, 1999), domateste kuru maddede 954 mg/kg (Üstün ve Tosun, 1998), kırmızı lahanada 1002 mg/kg (Zeren ve ark., 1996), terede kuru maddede 14169 mg/kg (Üstün ve Tosun, 1998), pazıda 2622 mg/kg (Artık ve ark., 2002),

nanede 1064 mg/kg (Artık ve ark., 2002), yeşil biberde kuru maddede 1357 mg/kg (Üstün ve Tosun, 1998), pancarda 1505 mg/kg (Petersen ve Stoltze, 1999), sarımsakta 124 mg/kg (Chung ve ark., 2003), kabakta 935 mg/kg (Artık ve ark., 2002), elmada 398 mg/kg (Zengin ve Güldüren, 1997) ve çilekte 322 mg/kg (Nabrzyski ve Gajewska, 1994)'dır. Bu değerlere göre araştırmada aynı tür örneklerle bakıldığı zaman daha düşük nitrat içeriklerinin bulunduğu görülmektedir. Araştırmada incelenen ısırgan, patlıcan, kivi ve Samsun'da tüketilen yöresel bitkilerden kara lahana ve selkim otu için yurt dışı veya yurt içinde yapılmış herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

Araştırmada analiz edilen sebze ve meyve örnekleri içerisinde, pırasa (12 mg/kg), kara lahana (114 mg/kg), ıspanak (yerli) (48 mg/kg), selkim otu (4 mg/kg), pazı (5 mg/kg), ıspanak (kültür) (73 mg/kg), maydanoz (47 mg/kg), kırmızı lahana (79 mg/kg), yeşil soğan (0,5 mg/kg), baş lahana (49 mg/kg), havuç (4,4 mg/kg), turp (0,2 mg/kg), patates (turfanda) (191 mg/kg), patlıcan (sera) (126 mg/kg), salatalık (sera) (108 mg/kg), domates (sera) (33 mg/kg), sivri biber (13 mg/kg), karnabahar (50 mg/kg), kuru soğan (0,6 mg/kg), sarımsak (68 mg/kg), kivi (0,7 mg/kg), Amasya elması (2 mg/kg), starking elma (0,7 mg/kg) ve golden elma (0,7 mg/kg)'nın nitrat miktarı bakımından Anonymous (1996)'ta belirtilen sınıflamaya göre düşük nitratlılar (0-200 mgNO₃⁻/kg) sınıfına girdiği, nane (216 mg/kg), roka (375 mg/kg), ısırgan (523 mg/kg), şeker pancarı (536 mg/kg), marul (yerli) (273 mg/kg), marul (kültür) (275 mg/kg), beyaz kabak (sera) (377 mg/kg) ve çilek (sera) (222mg/kg)'in ise orta nitratlılar (200-600 mgNO₃⁻/kg) grubuna girdiği belirlenmiştir. Araştırmada incelenen örneklerden sadece tere otu (780 mg/kg) Anonymous (1996)'da yapılan sınıflamaya göre yüksek nitratlılar (600-4000 mgNO₃⁻/kg) gurubuna girdiği belirlenmiştir.

E.C., 2002 ve Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği (2002)'ne göre belirlenen sınırlamalara göre bir kıyaslama yapıldığında incelenen örneklerden hiç birisinin bu sınırları aşmadığı görülmektedir.

Nitrat içeriklerine ilişkin kaynaklar incelendiğinde en çok üzerinde durulan sebzelerin marul ve ıspanak olduğu görülmektedir. Ayrıca nitrat sınır değerlerinin verildiği kaynaklar incelendiğinde yine en çok bu iki sebzenin adı geçmektedir. Literatürde nitrat içeriklerine bakıldığı zaman marulda 4,6 mg/kg (Amr ve Hadidi, 2001) ile 5544 mg/kg (Tosun ve Üstün, 2004), ıspanakta 2,5 mg/kg (Amr ve Hadidi, 2001) ile 4441 mg/kg İbrahim ve ark., 1995) aralığında değerlerin bulunduğu

görülmektedir. Araştırmada incelenen marul ve ıspanak örneklerinde bulunan nitrat değerlerinin kaynak verilerine ait değişim sınırları içerisinde yer aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Sebze ve Meyvelerin Nitrat (NO_3^-) İçeriklerine Ait Analiz Sonuçları

Yenir Kısım	Sebze ve Meyve	%Nem	NO_3^- Miktarı (yaş maddede mg/kg,)	NO_3^- Miktarı (kuru maddede mg/kg,)
Yaprak	Pırasa	90	12	115
	Kara lahana	81	114	609
	Ispanak (yerli)	88	48	402
	Nane	83	216	1242
	Tere otu	83	780	4671
	Roka	86	375	3622
	Selkim otu	83	4	23
	Isırgan	73	523	1961
	Pazı	89	5	47
	Ispanak (kültür)	90	73	734
	Şeker pancarı	77	536	2358
	Marul (yerli)	92	273	3407
	Maydanoz	80	47	233
	Marul (kültür)	92	275	3256
	Kırmızı lahana	88	79	688
	Yeşil soğan	89	0,5	4,7
Baş lahana	94	49	812	
Kök	Havuç	82	4,4	25
	Turp	94	0,2	4,2
Yumru	Patates (turfanda)	81	191	987
Meyve ve benzeri	Beyaz kabak (sera)	92	377	4724
	Patlıcan (sera)	91	126	1364
	Salatalık (sera)	94	108	1828
	Domates (sera)	92	33	418
	Sivri biber	87	13	102
	Karnabahar	87	50	383
	Kuru soğan	81	0,6	3,1
	Sarımsak	60	68	170
	Çilek (sera)	92	222	2998
	Kivi	79	0,7	3,7
	Amasya elması	83	2	10
	Starking elma	82	0,7	4
	Golden elma	84	0,7	4,5

Marul ve ıspanağın dışında incelenen diğer sebze ve meyve örneklerinin nitrat içeriklerine bakıldığı zaman yine bulgularımızın kaynak verilerindeki değişim sınırları içerisinde yer aldığı görülmektedir. Örneğin kaynaklarda lahanada için 0,5 mg/kg (Oruç ve Ceylan, 2001) ile 5467 mg/kg (Gülser ve ark., 1999) aralığında nitrat içeriklerine rastlanırken araştırmamızda lahanada 49 mg/kg, pırasa için kaynaklarda 1 mg/kg (Oruç ve Ceylan, 2001) ile 1947 mg/kg (Karaman ve ark., 2000) aralığında nitrat içerikleri belirlenmişken araştırmamızda pırasada 12 mg/kg nitrat bulunmuştur.

Yaygın tüketimi olan nane bitkisinin kurutulmuş olarak tüketildiği göz önüne alınacak olursa kuru maddede 1242 mg/kg'lık nitrat içeriği ile önemli bir nitrat kaynağı olabileceği ortaya çıkmaktadır.

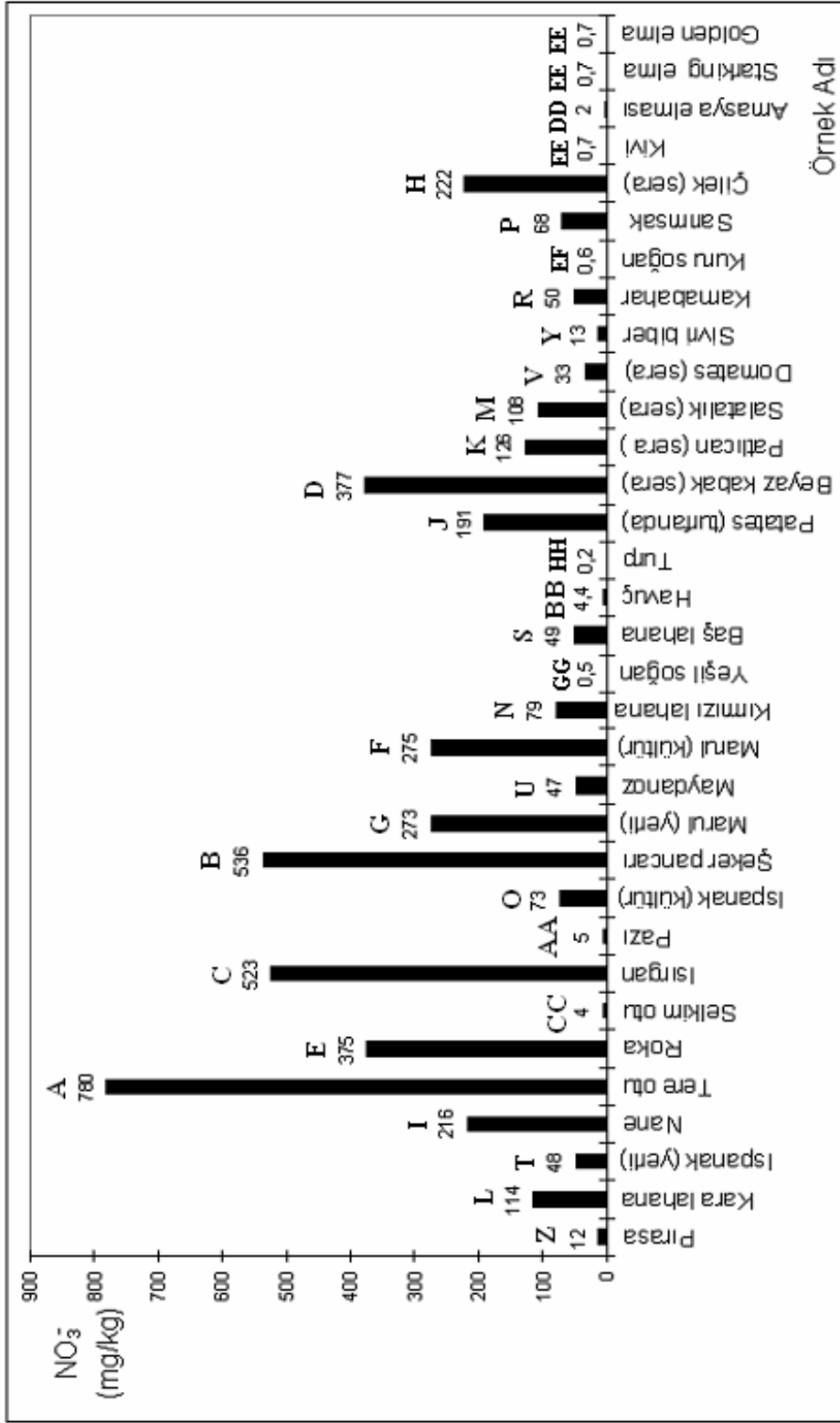
Araştırmada en yüksek nitrat içeriği (780 mg/kg) tere otunda belirlenmiştir. Üstün ve Tosun (1998) yaptıkları araştırmada Samsun ve çevresinde yetiştirilen ve çiğ olarak tüketilen sebzeleri incelemişler ve en yüksek nitrat içeriğini (kuru maddede 3359-14169 mg/kg aralığında) terede bulmuşlardır. Bu sonuçlar karşılaştırıldığında tere otu bitkisinde öteki sebzelerle göre daha fazla nitrat biriktiği anlaşılmaktadır.

Nitrat içerikleri açısından sebze ve meyveler bir değerlendirmeye tabi tutulduğunda genel olarak en yüksek nitrat içeriklerinin yapraklı sebzeler grubunda olduğu, bunu yumru sebze ve meyve benzeri sebzelerin (beyaz kabak, patlıcan, salatalık vb.) izlediği ve en düşük nitrat içeriklerinin köksü sebzelerin ve çilek dışındaki meyvelerin izlediği görülmektedir. İbrahim ve ark. (1995) yaptıkları araştırmada yapraklı sebzelerde köksü sebzelerle göre daha fazla nitrat biriktiğini, Zhonh ve ark. (2002) genellikle yapraklı ve sap sebzelerde yüksek nitrat birikiminin görüldüğünü, Zhou ve ark. (2000) özellikle saplı ve yapraklı sebzelerdeki yüksek nitrat içeriklerinin toplum için ciddi bir problem olduğunu, Artık ve ark. (2002) ise en yüksek nitrat miktarının yapraklı sebzeler grubunda olduğunu, bunu kök sebzelerin izlediğini ve en düşük nitrat içeriğinin ise meyvelerde olduğunu belirtmişlerdir. Literatürdeki bu bulgulara bakıldığı zaman araştırmamızla benzer sonuçların bulunduğu görülmektedir.

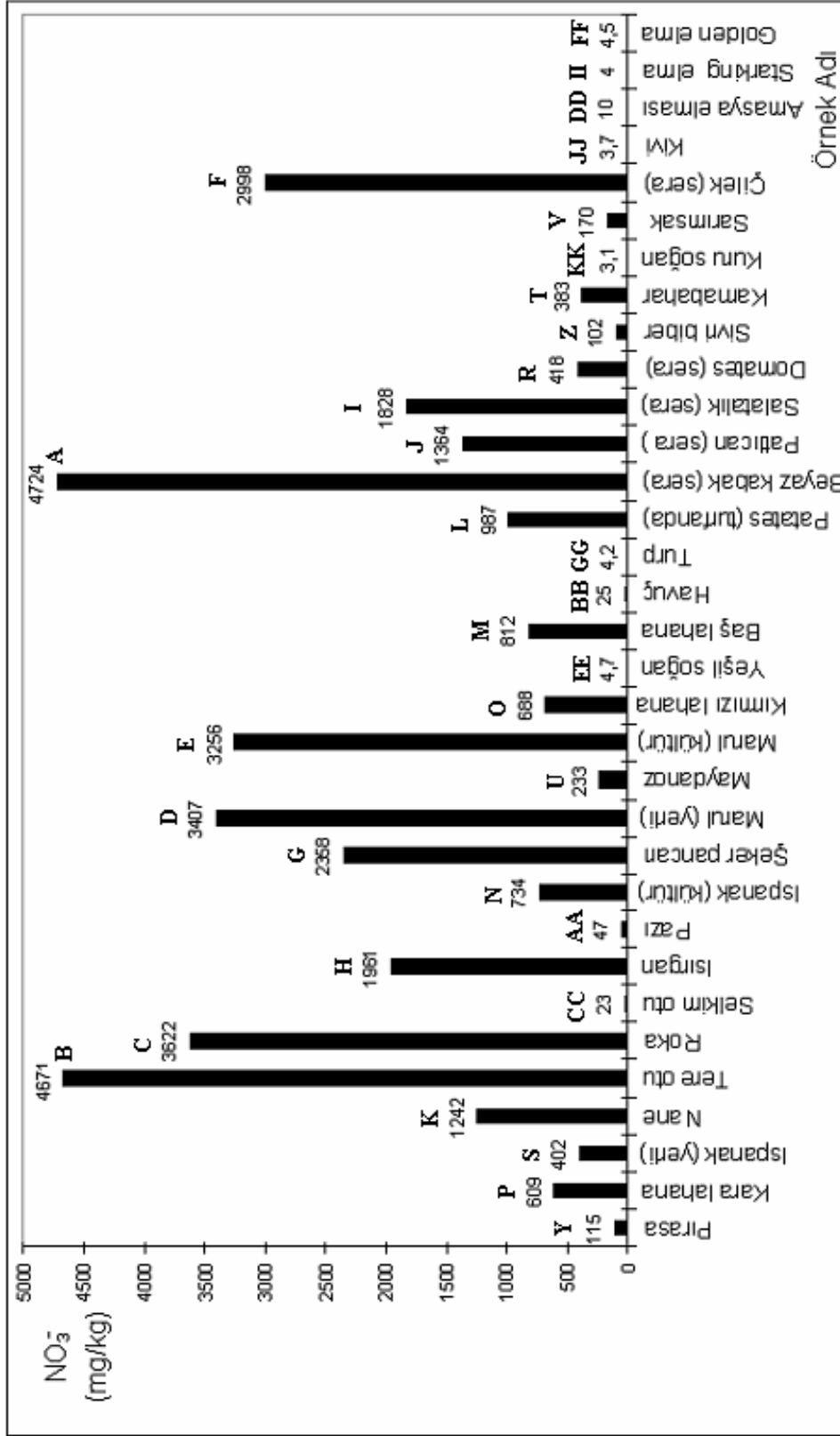
Araştırmada incelenen sebze ve meyve örneklerinde bulunan nitrat içerikleri incelendiğinde birbirinden farklı değerlerin bulunduğu görülmektedir. Bunun muhtemel nedenlerinden birisi bitkiye uygulanan azotlu gübre çeşit ve miktarı gösterilebilir.

Ürünlerin farklı arazilerde yetişmiş olması nedeniyle gübrelemenin farklı olduğu aşikardır. Bunun yanında üretimin yapıldığı arazi yapısı ve toprak özellikleri de nitrat birikimini etkilemektedir. Ekşi ve Cemeroğlu (1977), bitkinin azot alışı ve azot değişimini, sıcaklık, nemlilik, havalanma, gübreleme ve topraktaki organik madde oranı gibi çevre faktörlerinin etkilediğini, Artık ve ark. (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. Gülser ve ark.(1999) eğimli arazilerin dip kısımlarında yetişen sebzelerde yüksek nitrat içeriklerine rastlandığını, Tosun ve Üstün (2004) seralarda yüksek sıcaklık ve düşük ışık şiddeti nedeniyle sebzelerdeki nitrat birikiminin arttığını belirtmişlerdir.

Araştırmada analiz edilen sebze ve meyve örneklerinde belirlenen nitrat içerikleri yaş ağırlık ve kuru ağırlık esasına Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Sebze ve Meyve Örneklerine Ait Nitrat (NO₃⁻) İçerikleri (mg/kg, Yaş Ağırlık Esasına Göre) (Farklı Harflerle Gösterilenler Arasında İstatistiksel Açından (LSD, %1) önemli farklılıklar bulunmaktadır)



Şekil 4.2. Sebze ve Meyve Örneklerine Ait (NO₃⁻) İçerikleri (mg/kg, Kuru Ağırlık Esasına Göre) (Farklı Harflerle Gösterilenler Arasında İstatistiksel Açıdan (LSD, %1) Önemli Farklılıklar Bulunmaktadır)

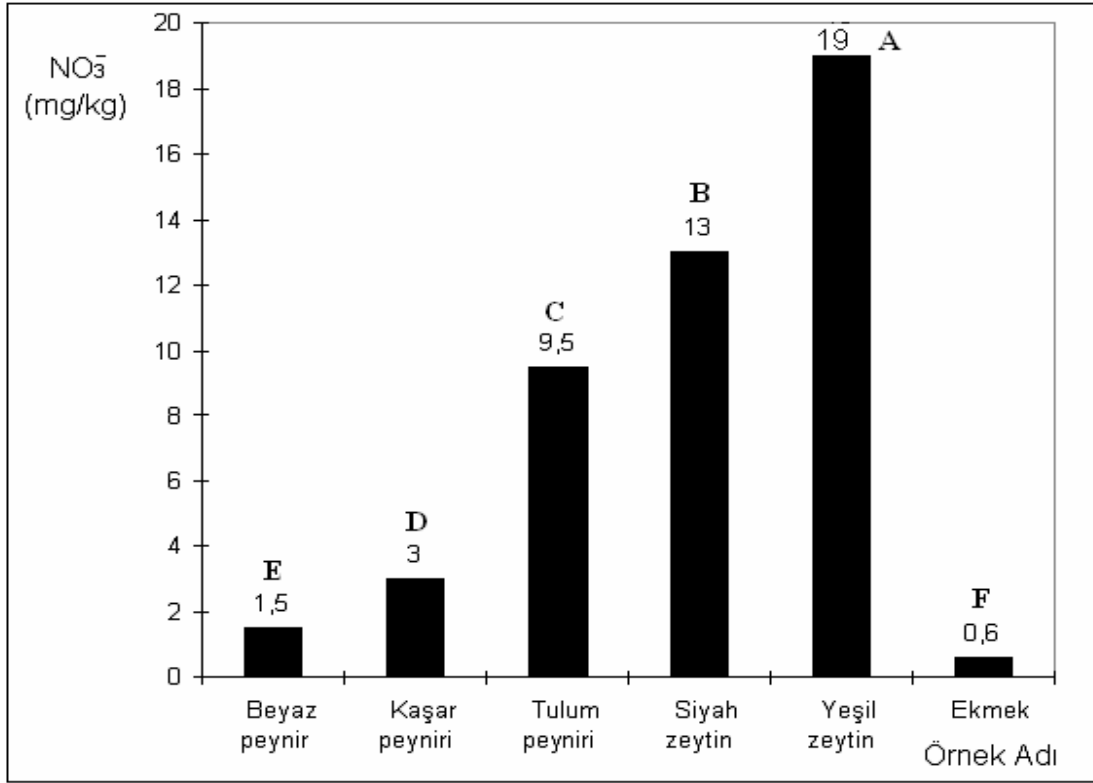
Araştırmada incelenen gıda örneklerine ilişkin nitrat içerikleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge 4.2 incelendiğinde görüleceği gibi, nitrat miktarları yaş maddede, beyaz peynirde 1,5 mg/kg, kaşar peynirinde 3 mg/kg ve tulum peynirinde 9,5 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kyriakidis ve ark.(1997) yaptıkları araştırmada inceledikleri peynir türlerinde 0,7 ppm ile 13 ppm aralığında nitrat içerikleri bulmuşlardır. Bulunan bu nitrat miktarları araştırmamızda bulunan değerlerle benzer olduğu görülmektedir. Anonymous (1996)’ta peynirde belirlenen nitrat miktarı 0-84,5 (ortalama 20,67) mg/kg aralığındadır. Araştırmamızda peynirlerde ölçülen nitrat miktarları bu sınırların içinde olduğu anlaşılmaktadır. 2002 yılında yayınlanan Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’ne göre peynirde 10 mg/kg nitratın bulunabileceği belirtilmiştir. Buna göre analiz edilen peynirlerde bu sınır değeri aşan örneğin olmadığı görülmektedir.

Analiz edilen diğer gıda örneklerinden yeşil zeytinde yaş maddede 13 mg/kg, siyah zeytinde yaş maddede 19 mg/kg, ekmekte 0,6 mg/kg ve kuru çayda 242,3 mg/kg nitrat miktarı bulunmuştur. Bu gıda maddelerinden sadece çay ile ilgili literatürde nitrat araştırmasına rastlanılmıştır. Anonymous (1996)’ta çay örneklerinde 0-0,98 (ortalama 0,26) mg/kg aralığında nitrat miktarı bulunmuştur. Bu sonuçlara göre araştırmada bulduğumuz nitrat miktarı oldukça yüksektir. Zeytin ve ekmek ile ilgili literatürde herhangi bir bulguya rastlanılmamıştır.

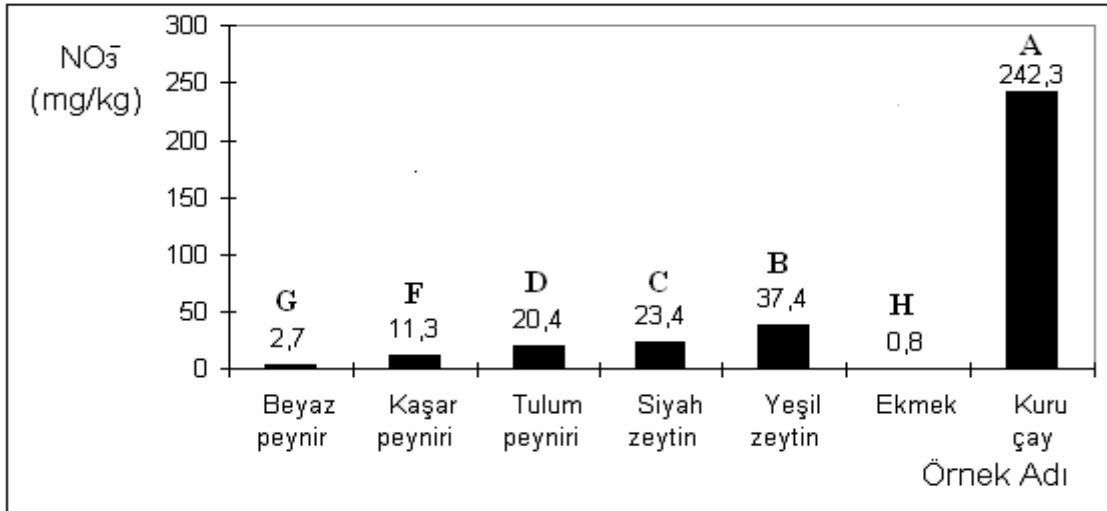
Çizelge 4.2. Gıda Örneklerinin Nitrat (NO₃⁻) İçeriklerine Ait Analiz Sonuçları

Gıda Adı	%Nem	NO ₃ ⁻ Miktarı (yaş maddede mg/kg,ppm)	NO ₃ ⁻ Miktarı (kuru maddede mg/kg,ppm)
Beyaz peynir	44	1,5	2,7
Kaşar peyniri	72	3,0	11,3
Tulum peyniri	58	9,5	20,4
Siyah zeytin	44	13,0	23,4
Yeşil zeytin	50	19,0	37,4
Ekmek	25	0,6	0,8
Kuru çay	-	-	242,3

Araştırmada analiz edilen gıda örneklerinde tespit edilen nitrat içerikleri yaş ve kuru ağırlık esasına göre Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Gıda Örneklerine Ait Nitrat (NO₃⁻) İçerikleri (mg/kg, Yaş Ağırlık Esasına Göre) (Farklı Harflerle Gösterilenler Arasında İstatistiksel Açından (LSD, %1) Önemli Farklılıklar Bulunmaktadır)



Şekil 4.4. Gıda Örneklerine Ait Nitrat (NO₃⁻) İçerikleri (mg/kg, Kuru Ağırlık Esasına Göre) (Farklı Harflerle Gösterilenler Arasında İstatistiksel Açından (LSD, %1) Önemli Farklılıklar Bulunmaktadır)

Araştırmada analiz edilen su örneklerine ilişkin nitrat içerikleri Çizelge 4.3’de verilmiştir. Çizelge 4.3 incelendiğinde görüleceği gibi incelenen kuyu suyu örneğinde 815 mg/L, Samsun şebeke suyu örneğinde 40 mg/L ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi şebeke suyu örneğinde 39 mg/L nitrat miktarı bulunmuştur. Bu konuyla ilgili yapılan araştırmalarda, Okafor ve Ogbonna (2003), sondaj suyu ve kuyu suyu örneklerinde 0,5 ile 21 mg/L aralığında, Kaplan ve ark. (1999), kuyu suyu örneklerinde 2,4 ile 165 mg/L aralığında, Caballero Mesa ve ark. (2003), musluk suyu örneklerinde 0,7 ile 57 mg/L ve yine musluk suyu örneklerinde Anonymous (1996)’ta 0 ile 766 mg/L aralığında nitrat içerikleri tespit etmişlerdir. Literatürdeki bu kaynak verilerine bakıldığı zaman bulduğumuz değerlerin bu aralıklarda olduğu görülmektedir.

Ülkemizde geçerli olan içme suyu standartlarında (TS 266), nitrat için müsaade edilebilir en yüksek değer 45 mg/L olarak tanımlanmaktadır. Avrupa Birliği 50 mg/L’lik bir üst sınır getirirken, EPA ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 10 mg/L Nitrat-N (45 mg/L Nitrat) üst sınır olarak tanımlanmaktadır (Akkurt ve ark., 2002). Bu kriterlere göre analiz edilen su örneklerinden kuyu suyu örneğinin sınır değerleri oldukça aştığı belirlenmiştir. Diğer örneklerde ise sınır değerlerin biraz altında nitrat içerdikleri görülmektedir.

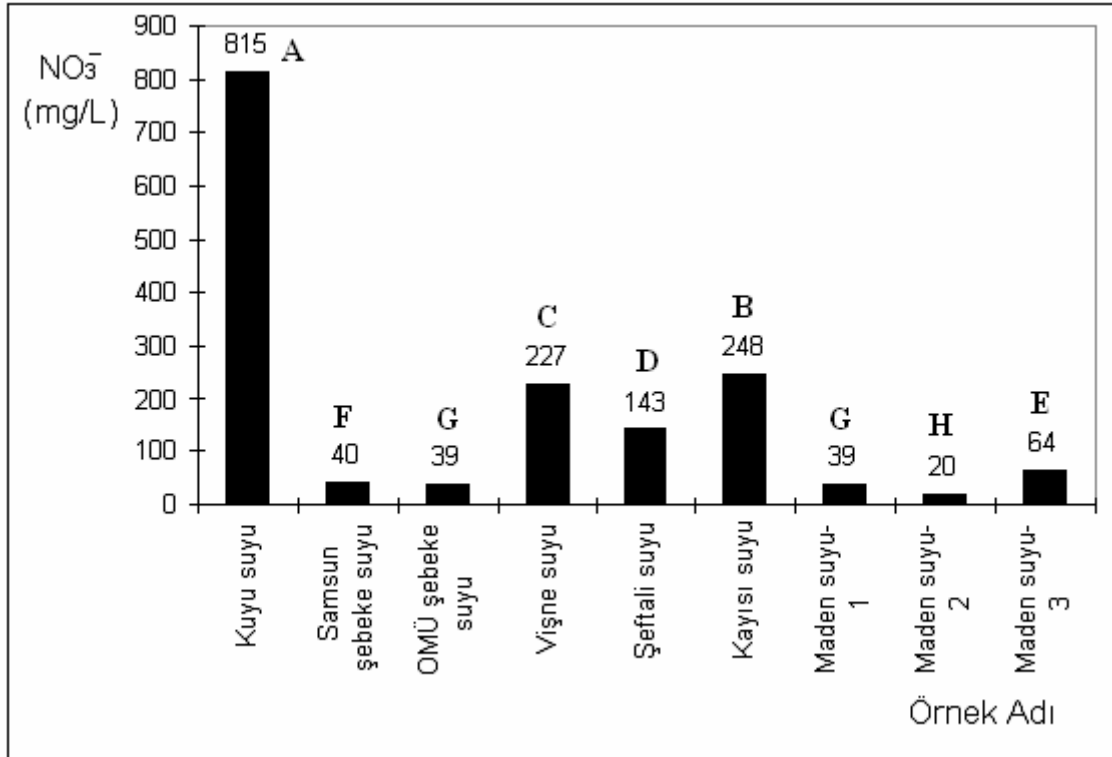
Çizelge 4.3. Su Örneklerinin Nitrat (NO_3^-) İçeriklerine Ait Analiz Sonuçları

Su Örneği Adı	NO_3^- Miktarı (mg/L)
Kuyu suyu	815
Samsun şebeke suyu	40
OMÜ şebeke suyu	39
Vişne suyu	227
Şeftali suyu	143
Kayısı suyu	248
Maden suyu-1	39
Maden suyu-2	20
Maden suyu-3	64

Meyve suyu örneklerinde sırasıyla şeftali suyunda 143 mg/L, vişne suyunda 227 mg/L ve kayısı suyunda 248 mg/L nitrat bulunmuştur. Okafor ve Ogbonna (2003) meyve sularında 9,7 ile 20 mg/L aralığında nitrat bulmuştur. Bulunan bu değerlere göre bir kıyaslama yapıldığında araştırmamızda ölçülen değerlerin çok daha yüksek olduğu görülmektedir.

Ölçülen üç maden suyu örneğinde sırasıyla 20, 39 ve 64 mg/L nitrat bulunmuştur. Okafor ve Ogbonna (2003) maden sularında 0,4 ile 7,6 mg/L aralığında nitrat tespit etmişleridir. Buna göre yine araştırmamızda bulunan nitrat miktarlarının bu değerlere göre yüksek olduğu görülmektedir. Meyve suları ve maden sularına ilişkin herhangi bir kodeks ya da sınır değere literatürde rastlanılmamıştır.

Araştırmada analiz edilen su örneklerinin nitrat içerikleri Şekil 4.5’de gösterilmiştir.



Şekil.4.5. Su Örneklerine Ait Nitrat (NO₃⁻) İçerikleri (mg/L)

(Farklı Harflerle Gösterilenler Arasında İstatistiksel Açından (LSD, %1) Önemli Farklılıklar Bulunmaktadır)

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada incelenen sebze ve meyve örneklerinde yaş ağırlık esasına göre 0,2-780 mg/kg, kuru ağırlık esasına göre 4,2-4724 mg/kg aralıklarında nitrat belirlenmiştir. En yüksek nitrat içeriği 780 mg/kg'lık değerle tere otunda bulunmuştur. Yapılan analizler sonucunda sadece tere otu, roka, ısırgan, şeker pancarı ve beyaz kabak (sera) örneklerinde Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün belirlediği taze sebzelerde yaş ağırlık üzerinden 300 mg/kg'lık nitrat sınır değerinden yüksek nitrat içerikleri bulunmuştur.

Nitrat içerikleri bakımından yeşil yapraklı sebzelerde daha yüksek değerlerin olduğu anlaşılmıştır. Köksü sebzelerde ve meyvelerde ise düşük seviyelerde nitrata rastlanmıştır. Nitekim bu konuda yapılan diğer araştırmalarda da bu sonuç vurgulanmıştır.

Gıda örneklerinde yapılan analizler sonucunda peynirlerde yaş maddede 1, 5, 3 ve 9,5 mg/kg nitrat bulunmuştur. Bulunan bu değerler 2002 yılında yayınlanan Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre sınır değer olan 10 mg/kg'ı geçmediği tespit edilmiştir. Gıda örneklerinden kuru çayda ölçülmüş olan 242,3 mg/kg nitrat değerinin nispeten yüksek olduğu görülmektedir.

Analiz edilen su örneklerinden kuyu suyunda 815 mg/L nitrat bulunmuştur. Bulunan bu değer ilgili kriterlere göre oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Diğer su örneklerinden Samsun şebeke suyunda 40 mg/L ve OMÜ şebeke suyunda 39 mg/L nitrat tespit edilmiştir. Bu değerler TS 266, EPA ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün belirlediği sınır değer olan 45 mg/L'den düşük olduğu görülmektedir. Meyve suyu örneklerinden şeftali suyunda 143 mg/L, vişne suyunda 227 mg/L ve kayısı suyunda 248 mg/L olarak bulunan nitrat değerleri de oldukça yüksektir. Ölçülen maden sularında sırasıyla 20, 39 ve 64 mg/L nitrat bulunmuştur.

Yapılan tüm analizlerde elde edilen sonuçlarla literatür bulguları arasında bir kıyaslama yapıldığında, sonuçların birbiriyle paralellik taşıdığı anlaşılmıştır.

Sonuçta araştırmadaki bulgulara göre ve literatür verilerine göre sebze ve meyvelerde azotlu gübrelerin bilinçsiz kullanılmasından dolayı nitrat birikiminin önemli ölçüde arttığı anlaşılmaktadır. Bunun yanında gıda maddelerine eklenen katkı maddelerinden dolayı bu ürünlerde de önemli ölçüde nitrat birikimi olmaktadır.

Tarım alanlarında toprağın ihtiyacından fazla gübrenmesi ile oluşan aşırı nitrat, yağmur, kar suları ve sulama gibi etkilerle sızıntı sonucu yeraltı sularının nitrat kirliliğini artırır. Çünkü topraktaki nitratlar kolayca erime özelliği nedeniyle yeraltı sularına karışabilmektedirler. Yetersiz yapılmış ve kirletici kaynaklara yakın kuyuların yüzeysel akıntılarla gelen nitratla kirlenmesi kolaydır.

Araştırmada bulunan nitrat miktarlarına bakıldığı zaman insan sağlığını çok fazla tehdit edecek değerlerin olmadığı görülmektedir. Sebze ve meyve örneklerinde sadece birkaç örnekte yüksek nitrata rastlanmıştır. Fakat bu sebze ve meyvelerin çok fazla tüketilmesi durumunda vücutta nitrat miktarında önemli artışların olacağı aşikardır. Özellikle kuyu suyu örneğinde çok yüksek nitrat içeriğine rastlanması düşündürücüdür. Bu suyun tüketilmesi halinde önemli sağlık sorunlarına neden olması muhtemeldir. Bunun önüne geçilmesi için nitratin sızıntı sularıyla ulaştığı taban sularının nitrat içeriklerinin belirlenmesi son derece önemlidir.

Dünyadaki birçok ülkede olduğu gibi Avrupa ülkelerinde ve 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 meyvelerle içme sularında fazla miktarda nitratin bulunması insan vücudunda önemli ölçüde nitrat birikimine ve çeşitli sorunlara neden olacağı anlaşılmıştır. İnsan vücudunda nitratin nitrite dönüşümü ve N-nitrozaminlerin oluşumu kilo ile yakından ilişkilidir. Özellikle 70 kg’ın altındaki insanlarda ve bebeklerde zararlı etkilerin oluşması çok daha fazla görülmektedir.

Nitrattan kaynaklanan zararlı etkilerin insan sağlığını tehdit etmemesi için bir takım önlemlerin alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Özellikle tarım alanlarında azotlu gübrelerin bilinçsizce kullanılmasının önüne geçilmesi gerekmektedir. Gıdalarda kullanılan katkı maddeleri denetim altına alınmalıdır. Nitratla kirlenen su kaynaklarının arıtılması oldukça zor ve ileri arıtım yöntemleri gerektirmektedir. Bunun için kirliliğin önceden önlenmesi son derece önemlidir. Bütün gıdalarla ve içme suları ile ilgili bir izleme politikasının uygulanması ve düzenli ölçümlerin yapılması gereklidir. Bunun için standartların geliştirilmesi gerektiği çok açıktır.

KAYNAKLAR

- Akkurt, F., Alıcılar, A. ve Şendil, O., 2002.** Sularda bulunan nitratın adsorpsiyon yoluyla uzaklaştırılması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 17, No 4, 83-91.
- Aksoy, A., Türel, İ., Arslan, B., Dede, Ö., 1999.** Farklı dozlarda gübrelenen patates bitkisinin yumrularındaki nitrat ve nitrit düzeyleri. Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences, 23(3):461-465.
- Amr, A. and Hadidi, N., 2001.** Effect of Cultivar 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.
- Anonymous, 1996.** Gıdalarda Katkı-Kalıntı ve Bulaşanların İzlenmesi. T.C. Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bursa.
- Anonymous, 1998.** Consort P903. Manuel Hanleiding. Consort nv Parklean 36 B2300, Turnhout, Belgium.
- Artık, N., Poyrazoğlu, E.S., Şimşek, A., Kadakal, Ç., 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.
- Bayraklı, F., 1998.** Analitik Kimya. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No.24, 120s, Samsun.
- Bayraklı, F., 1987.** Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, No.17, 199s, Samsun.
- Beyhun, N.E. ve Güler, Ç., 2002.** İçme suyunda nitrat ve sağlık. Hacettepe Tıp Dergisi, 33(2):99-101.
- Caballero Mesa, J.M., Rubio Armendariz, C. and Hardisson de la Torre, A., 2003.** Nitrate intake from drinking water on Tenerife island(Spain). The Science of the Total Environment, 302:85-92.
- Chung, S.Y., Kim, J.S., Hong, M.K., Lee, J.O., Kim, C.M. and Song, İ.S., 2003.** Survey of nitrate and nitrite contents of vegetables grown in Korea. Food Additives and Contaminants, Vol.20, No.7,621-628.

- Ekşi, A. ve Cemeroğlu, B., 1977.** Bazı sebze konservelerinde nitrat miktarı üzerinde bir araştırma. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı, 1:155-165.
- European Commission Scientific Committee For Food, 1995.** SCF. Opinion on nitrate and nitrite, Annex 4 to Document III/5611/95.
- Fytianos, K. and Zarogiannis, P., 1999.** Nitrate and nitrite accumulation in fresh vegetables from Greece. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 62:187-192.
- Gorskaya, D.T., Kuznetsov, D.İ., Ermakova, L.N., Shmal'ts, M.N., Il'moya, K.A., Dorofeev, A.L., Ragozhnik, F.A. Gumargalleva, K.Z., Kalinina, İ.G. and Moissev, V.,1989.** Nitrates in food products. Pish.Pro.Ezhe. Teori.Nau. Prack.Zhurnal.,10:28-32.
- Gundimeda, U., Naidu, A.N., Krishnaswamy, K., 1993.** Dietary intake of nitrate in India. Journal of Food Composition and Analysis, 6(3):242-249.
- Gülser, C., Korkmaz, A., ve Horuz, A., 1999.** Nitrate accumulation in some vegetables sampled from different parts of hillside fields in Samsun. Proceedings of the Fifth Baku International Congress, International Ecoenergy Academy, Baku.
- İbrahim, M., Ahmad, N. and Khan, A., 1995.** Use of city-waste water for vegetable production. Soil Fertility and Fertilizer Management 9th International Symposium of CIEC, Kuşadası/Turkey.
- Kacar, B.,1977.** Bitki Besleme. Ankara Üniversitesi Yayınları, 637, 312s., Ankara.
- Kaplan, M., Sönmez, S., Tokmak, S., 1999.** Antalya-Kumluca Yöresi kuyu sularının nitrat içerikleri. Tr.J. of Agriculture and Forestry, 23(3):309-313.
- Karaman, M.R., Brohi, A.R., Güneş, A., İnal, A., Alpaslan, M. 2000.** Yöresel değişik azotlu gübre uygulamalarının Tokat bölgesinde yetiştirilen bazı kışlık sebzelerin nitrat akümülyasyonuna etkisi. Tr.J. of Agriculture and Forestry, 24(1):1-9.
- Korkmaz, A., Horuz, A., Çolak, B., 2004.** Sera şartlarında harç ortamında yetiştirilen marul çeşitlerinin ürün miktarları, NO₃⁻, NO₂⁻ ve mineral madde kapsamaları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(3):50-56.
- Kovancı, İ., 1979.** İç Ege Bölgesi sulama sularının bitki beslemesi açısından kimi nitelikleri ve kimyasal içerikleri üzerinde bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:364, Bornova-İzmir.

- 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.
- Lee et al., 1971.** Nitrate and nitrite nitrogen in fresh, stored and processed table of field nitrogen fertilization. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol.22, No.2, 90.
- Okafor, P.N., and Ogbonna, U.İ., 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.
- Oruç, H.H., Ceylan, S., 2001.** Bursa'da tüketilen bazı sebzelerde nitrat ve nitrit. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(3):17-21.
- Özçelik, S., 1982.** Bazı gıdalarda nitrit ve nitrosaminlerin oluşumu ve sağlığa zararlı etkileri, *Gıda*, 7:4, 183-188.
- Petersen, A. and Stoltze, S., 1999.** Nitrate and nitrite in vegetables on the Danish market: content and intake. *Food Additives and Contaminants*, Vol.16, No.7,291-299.
- Prakasa Roa, E.V.S. and Puttanna, K., 2000.** Nitrates, agriculture and environment. *Current Science*, Vol.79, No.9, 1163-1168.
- Sebecic, B. and Vedrına-Dragojevic, İ., 1999.** Nitrate and nitrite in vegetables from areas affected by war-time operations in Croatia. *Nahrung*, 43(4):284-287.
- The Commission of the European Communities(EC), 2002.** Official Journal of the Eorupean Communities. Commission Regulation(EC), No.563/2002
- Topbaş, M.T., 1987.** Azotlu Gübreler. Selçuk Üniv.Zir.Fak. 196s., Konya
- Tosun, İ., Karadeniz, B., Yüksel, S., 2003.** Samsun yöresinde tüketilen yenebilir bazı bitkilerin nitrat içerikleri. *Ekoloji Çevre Dergisi*, Cilt 12, Sayı 47, 32-34.
- Tosun, İ. and Ustun, S., 2004.** Nitrate content of lettuce grown in the greenhouse. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 72:109-113.
- Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, 2002.** Yabancı madde ve bileşikler. *Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ*, Ek.3, Sayfa.13. (23.09.2002 tarihli 24885 sayılı T.C.Resmi Gazete).
- Üstün, N.Ş., Tosun, İ., 1998.** Çiğ olarak tüketilebilen bazı sebzelerin nitrat içerikleri üzerine bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2):13-19.

Warwznyiak, A., Gronowska-Senger, A., Majchrzak, D., 1993. Values of nitrates and nitrites in selected vegetables given to hospitalized children. *Rocz. Ponstw. Zakl. Hig.*, 44(4):317-323.

Ximenes, M.I.N., Rath, S. and Reyes, F.G.R., 2000. Polarographic determination of nitrate in vegetables. *Talanta*, 51:49-56.

Yahşi, R., 1981. Su ve toprak kaynaklarının kirlenmesi ve su ürünleri genel müdürlüğünün su kirliliği ile ilgili çalışmaları. Su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi konferansı bildirileri. Cilt II. , Sayfa 661-669.

Zeren, O., Kumbur, H., Değer, A., Turabik, M. ve Uysal, A., 1996. Aşırı azotlu gübre kullanımının yaprağı yenen sebzelerdeki nitrat kirliliğine olan etkilerinin araştırılması. I. Uludağ Çevre Müh. Semp. Bild. Kitapçığı, 713-720.

Zhong, W., Hu, C. and Wang, M., 2002. Nitrate and nitrite in vegetables from north China: content and intake. *Food Additives and Contaminants*, Vol.19, No.12, 1125-1129.

Zhou, Z.Y., Wang, M.J. and Wang, J.S., 2000. Nitrate and Nitrite Contamination in Vegetables in China. *Food Rev. Int.*, 16(1):61-76.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Yalova'da doğdu. İlk, orta ve lise tahsilini Trabzon'un Of ilçesinde tamamladı. 1998 yılında girdiği Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünden 2002 yılında mezun oldu. Aynı yıl mezun olduğu bölümde Yüksek Lisans eğitime başladı. Halen eğitime devam etmekte ve İngilizce bilmektedir.