

## YEMLERDEKİ HCN DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Ibrahim Pirinççi<sup>1</sup>

Sadettin Tanyıldızı<sup>2</sup>

### Determination of HCN levels in feeds

**Summary:** In this study, HCN levels in the 30 grains and 13 feeds obtained from different regions were investigated. The HCN levels in the samples were colorimetrically determined the oxidation of cyanide by N-chlorosuccinimide - succinimide and coupling of barbitüric acid-pyridine. Absorbances were measured at 580 nm. HCN levels in the samples ranged from 0.14 to 48.96 ppm.

**Key words :** Grain, HCN, HCN Determination

**Özet :** Bu çalışmada değişik bölgelerden temin edilen 30 adet yem bitkisi ve 13 adet karma yem numunesindeki hidrosiyanik asit düzeyleri araştırıldı. Numunelerdeki HCN düzeyleri, siyanürün N-klorosüksinimid-süksinimid tarafından yükseltgenmesi ve barbitürük asit - piridin bileşikleri ile bağlanması sonucu kolorimetrik olarak tayin edildi. Absorbansları 580 nm.'de ölçüldü. Numunelerdeki siyanür düzeyleri 0.14-48.96 ppm arasında bulundu.

**Anahtar kelime :** Yem, HCN, HCN Tayini

### Giriş

Siyanür, hızla etki eden, öldürücü zehirlere biridir. Bu madde, aminoasitler, pürinler ve pirimidinler gibi bir çok temel organik maddenin sentezinde görev almaktadır. Siyanürlü bileşiklerin canlılar tarafından alınması sonucunda akut, subakut ve kronik zehirlenmeler oluşur. Akut siyanür zehirlenmesi, insanlarda 0.5-3.5 mg/kg, sığır ve koyunlarda ise 2-2.3 mg/kg düzeyinde siyanür alımına bağlı olarak, buna karşılık subakut zehirlenmeler sodyum nitroprussidin ilaç olarak uzun süreli kullanımı sonucunda, kronik zehirlenmeler ise sigara alışkanlığı gibi faktörlerin etkisi ile oluşur. Bitkiler, 200 ppm düzeyinde HCN içermeleri durumunda toksik kabul edilirler (1, 6, 7, 9, 11, 15).

Tabiattaki siyanür kaynaklarının önemli bir kısmını siyanojenik bitkiler oluştururlar. Bu bitkilerin çoğu insan ve hayvanlarda temel gıda maddesi olarak kullanılmaktadır. Siyanojenik bitkiler, siyanür prekürsörleri durumunda olan siyanogenetik glikozidler ve lipidleri ihtiva ederler (5, 6, 7, 9, 10, 11).

Tabii halde zehirli olmayan bu glikozidler enzimatik hidroliz sonucunda HCN oluşturarak toksik etkilerini gösterirler. Bu olaya siyanogenezis adı verilir (7, 9, 10, 11, 13, 21, 22, 23, 24, 27).

Tabiatta mevcut 2000 bitki türünde 23 değişik glikozid belirlenmiştir (6, 8, 9, 10). Hidrolize neden olan enzimler barsak florası ve bitkilerde bol miktarda mevcuttur. Bitkilerde bulunan bu enzimler glikozidlerle bir arada bulunabildikleri gibi bazende glikozid bir bitkide, enzim başka bir bitkide bulunur. Canlılar her iki bitkiyi birden aldığı anda zehirlenme meydana gelir. Glikozidleri hidrolize eden enzimler, bitkilerin çekirdek, meyva ve yapraklarında bulunurlar. Bu bitkilerin öğütülmesi, rendelenmesi ve kavrulması gibi işlemler sonucunda glikozidlerle, enzimler biraraya gelirler ve enzimatik hidroliz gerçekleşir. Sonuçta HCN, benzaldehid ve bir miktar hidrolize olmayan glikozid açığa çıkar. Kaynatma ve pişirme gibi işlemler enzim ve glikozidleri parçalayacağı için zehirlenme riskini azaltırlar (5, 6, 7, 9, 10). Bu enzimler cassava kökleri, sorghum yaprakları, beyaz yonca, keten tohumu, lima tipi fasulyeler, bambu filizleri, tatlı badem ve macadamia türlerinde bol miktarda mevcuttur. Bu bitkiler, oldukça fazla miktarda glikozid içeren Rosaceae (150 tür), Leguminosae (125 tür), Gramineae (100 tür), Araceae (50 tür), Compositae (50 tür), Euphorbiaceae (50 tür) ve Passifloraceae (30 tür) familyalarına ait bitkilerle birlikte alındıklarında zehirlenmeler meydana gelmektedir (6, 9, 10, 23).

Siyanojenik bitkilerde en çok bulunan glikozidler Amygdalin, Prunasin, Linamarin, Lotaustralin, Dhurrin, Taxiphylin, Vicianin, Pröteacin ve Gynocardindir (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 1, 22, 23).

Yapılan bir çalışmada (7), mısır, akdarı, şeker kamışı, yulaf, çavdar, buğday ve arpa gibi bitkilerde

1- Doç. Dr., F.Ü. Vet. Fak., Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim dalı, Elazığ.

2- Arş. Gör., Y.Y.Ü. Vet. Fak. Farmakoloji Bilim dalı, Van.

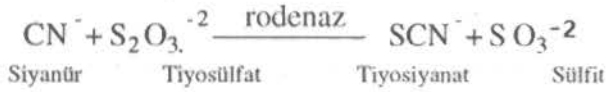
küçük miktarlarda siyanojenik glikozidin bulunduğu belirtilmektedir. Aynı araştırmada karanlıkta yetiştirilen buğday, pirinç ve arpa filizlerinde sırayla 0.3, 0.5, 1.9 mg/100 g düzeyinde HCN bulunduğu gösterilmiştir. Bu konu ile ilgili yapılan diğer araştırmalarda (7, 9, 23), legüminözlerin tohumlarının siyanojenik olduğu belirtilmektedir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; börülce (*Vigna sinensis*); 2.1 mg/100 g, bezelye (*Pisum sativum*); 2.3 mg/100 g, küçük kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris*); 2 mg/100 g, nohut (*cicer arietinum*); 0.8mg/100 g, burçak (*Vicia sativa*); 52 mg/100 gram düzeyinde HCN oluşturmaktadır. Bu bitkilerden burçak HCN dışında diğer bir toksik madde olan  $\beta$  - siyanoalanin de içerdiğinden dolayı akut zehirlenmeye neden olacağı belirtilmiştir. Akut zehirlenmenin nedeni bu bitkide bulunan vicianin glikozidinin hidrolizi sonucu açığa çıkan HCN'nin  $\beta$  - siyanoalanin sentaz katalizörülüğünde sisteinle reaksiyona girerek  $\beta$  - siyanoalanin oluşturulmasıdır. Siyanojenik glikozidlerin oral yolla alınmasından sonra hidrolize edilmeleriyle ilgili olarak birkaç mekanizma ileri sürülmektedir. Bu mekanizmalardan ilki alınan glikozidlerin mide asidinin etkisiyle hidrolize edilmesidir. Bununla birlikte bazı araştırmacılar tarafından amygdalin ve linamarin üzerinde yapılan bir çalışmada (9), 37°C ve 0.1H P<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'de bu glikozidlerin hidrolize edilemediği belirtilmiştir. Buna karşın yapılan başka bir araştırmada (7) ise amygdalinin 60 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ve 1N HCl içinde önemli oranda hidrolize edildiği tespit edilmiştir. İkinci mekanizma ise bu bileşiklerin sindirim sistemi öz suları tarafından hidrolize edilmesidir, Ancak sindirim kanalında bulunan glikozidazlar,  $\alpha$  - glikozidazlardır. Bu enzimler ise siyanojenik glikozidlerde bulunan beta glikozidik bağları hidrolize edemezler. Üçüncü mekanizma ise siyanojenik glikozidlerin, sindirim kanalında bulunan bakteriler tarafından salgılanan  $\beta$  - glikozidazlar aracılığıyla hidrolize edilmesidir.  $\beta$  - Glikozidaz yapısındaki bu enzimlerin optimum pH'sı 6-7 arasındadır. pH'nın 5'den küçük olduğu durumlarda bakterilerin aktivitesi azalacağı için siyanojenik glikozidlerin hidrolize edilme oranlarında oldukça azalmaktadır.  $\beta$  - Glikozidazın etkisi ile amygdalin ve prunasin ben-

zaldehid iyanohidrin, linamarin ise aseton siyanohidrin oluşturur. Oluşan bu bileşikler  $\alpha$  - hidroksonitritilazın etkisiyle HCN ve benzaldehide dönüştürülür (11, 13, 14, 20, 21, 22, 23, 24, 27).

Siyanojenik bitkilerde mevcut beta glikozidazlar için optimum pH; 5-6 arasındadır. Asidite arttıkça bu enzimler inaktive olacağından glikozidlerin hidroliz oranı azalır. Siyanojenik bitkilerin alınması sonucu oluşan siyanogenezis oranı beslenme ve sindirim sırasında minimum, 24 saat sonra ise maksimum düzeyde şekillenir. Katabolik enzimler midenin asit ortamında denatüre olmazlarsa, duodenumdaki alkali ortama bağlı olarak tekrar aktive olurlar (5, 6, 10, 12, 20, 21, 22, 23, 24, 27).

Vücuda alınan siyanür hızla emilip dolaşıma geçtikten sonra methemoglobin ile birleşir ve siyanmethemoglobin oluşturur. Dolaşıma geçen siyanür solunumda görevli temel bir enzim olan sitokrom oksidazın yapısındaki ferri (Fe<sup>+++</sup>) demirle birleşip bu enzimi inaktive eder. Sitokrom oksidaz enzimi oksidatif fosforilasyonun son basamağını katalize eden bir enzimdir. Oluşan enzim - siyanür kompleksi bu görevin yerine getirilmesini engeller. Çünkü enzim oksijen ile birleşemez. Bunun sonucunda elektron taşınması engellenir. Hasta, kanda bulunan oksijeni kullanamaz ve aerobik hücresel solunum durur. Sonuçta histotoksik bir anoksia neticesinde ölüm meydana gelir (7, 9, 11, 29). Siyanojenik glikozid içeren diyetlerle beslenen gebe ratların yavrularında vücut ve beyin ağırlıklarında önemli azalmalar olduğu kaydedilmiştir. Bu hayvanların neonatal vücut ve beyin ağırlıklarında önemli azalmalar olduğu kaydedilmiştir. Bu hayvanların neonatal ölüm insidensinde artış ve hamile kalma oranlarında azalmalar olduğu bildirilmiştir. Yemlerine 5-10 g/100 g oranında siyanür tuzu katılan ratlarda troid bezleri büyürken, kalın barsak tümörlerinin geliştiği ve gebeliğin engellendiği belirtilmiştir. Meydana gelen troid bezi büyümesinin sebebi siyanür zehirlenmesi sonucu oluşan tiyosiyanaata bağlı olarak iodonun troid bezine geçişinin inhibe edilmesidir. Ayrıca siyanürle zehirlenen canlıların impuls iletim hızının azaldığı ifade edilmiştir (2, 7, 25).

Vücuda alınan siyanürün etkisiz hale getirilmesinde en etkili enzim rodenaz enzimidir. Bu enzim böbrek karaciğer gibi organlarda bol miktarda mevcut olup siyanürün yaklaşık olarak % 80'ini detoksifiye ettiği belirtilmektedir. Rodenaz enziminin katalize ettiği reaksiyonla siyanür iyonları dokularda bulunan tiyosülfat ile birleşerek tiyosiyanat ve sülfid iyonlarını oluştururlar. Zehirlenme durumlarında organizmadaki tiyosülfat yeterli olamayacağından dışardan tiyosülfat verilmesi zorunludur.



Oluşan tiyosiyanat böbrekler yolu ile elimine edilir. Vücuttaki siyanürün detoksifiye edilmesinde diğer bir yol ise hidrokobalamin verilme suretiyle toksik olmayan siyanokobalamin oluşturulmasıdır. Oluşan bu bileşik böbreklerden kolayca elimine edilir. Geriye kalan az miktarda siyanür ise akciğer ve ter yolu ile atılır (7, 8, 11, 16, 26, 28, 29, 30).

Bitkilerdeki siyanürün metabolize edilmesinde 3 enzim rol oynar. Bu enzimler beta-siyanoalanin sentaz, formamid hidrolaz ve rodenazdır. Beta-siyanoalanin sentaz enzimi bir çok bitki türü ve bazı bakterilerde, rodenaz hayvan dokuları, bazı bakteri türleri ile az oranda da yüksek yapılı bitkilerde, formamid hidrolaz ise bir çok fungus türü ile japonya şeftalisi ve malta eriği gibi bitki türlerinde bulunmaktadır (7, 23).

Siyanürlü bileşiklerle zehirlenen canlılarda, zehirin vücuda alınış yoluna ve dozuna bağlı olarak değişik semptomlar gelişmektedir. Siyanojenik bitkilerin oral yolla alınmasından sonra semptomların hemen veya gecikmiş olarak meydana gelişinde alınan glikozid miktarı ve bundan serbest hale geçen siyanür yoğunluğu rol oynar. Zehirlenmelerde meydana gelen semptomlar sitokrom oksidaz bağlarında bulunan siyanürün intrasellüler konsantrasyonuna bağlıdır. Intrasellüler siyanür konsantrasyonu 0.2 µg/ml'den az olduğunda zehirlenme semptomları görülmez. Siyanür düzeyi 0.5 - 1 µg/ml arasında olduğunda deride kızarıklık ve taşikardi, 1-2.5 µg/ml arasında ise

şuursuzluk ve heyecan hali görülür. Bunun üzerindeki düzeylerde koma ve ölüm meydana gelir. Zehirlenmelerde oluşan semptomlar hipoksiyanın neden olduğu belirtiler şeklindedir. Mukozalarda kızarıklık, ağızda bol köpüklü salya, hızlı solunum, baş ağrısı, düzensiz nabız, baş dönmesi, hormonal denge bozuklukları, döl veriminde azalma, kas titremeleri ve hırıltılı solunumu takiben koma ve ölüm görülür (4, 7, 8, 11, 16, 18, 24, 26).

Siyanojenik bitkilerin canlılar tarafından tüketimine bağlı olarak zehirlenmeler meydana gelir. Ayrıca siyanürlü bileşiklerin endüstride, altın, gümüş gibi madenlerin aranmasında veya pestisid olarak kullanılmaları sırasında toprak, hava ve suya geçerek bitkilerdeki siyanür düzeylerini artırır. Bu durum göz önünde tutularak bu çalışmada, Türkiye'nin değişik bölgelerinden temin edilen bitki türleri ve yem numunelerindeki siyanür düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

#### Materyal ve Metot

Materyal olarak değişik bölgelerden temin edilen birer kilogramlık 43 adet yem numunesi kullanıldı.

Aygıtlar ve Reaktifler :

- 1-Spektrofotometre (Spectronic 21 D Milton Roy)
- 2-Vakum Pompası (Gelman Hawksley, 760 mm Hg)
- 3-25x200 mm'lik cam tüpler
- 4-20x150 mm'lik cam tüpler
- 5-Kauçuk hortum ve tıplar
- 6-Kıvrımlı cam borular
- 7- Stok Solusyonu : 100 ppm'lik bir solusyon elde edilmesi için 250 mg KCN 1 lt distile su içinde çözülür.
- 8-Çalışma Solusyonları : Stok solusyonu 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.4, 0.8, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 ppm düzeylerinde sulandırılır. Bu solusyonlar taze olarak hazırlanmalıdır.
- 9-N-Klorosüksinimid- Süksinimid Solusyonu : 10 g süksinimid (Aldrich chem.), 200-300 ml kadar distile su içinde çözülür ve 1 g N-klorosüksinimid ilave edildikten sonra distile suyal 1 lt'ye tamamlanır.

10-Barbütirik Asit - Piridin Solusyonu : 3 g barbütirik asit, 10 ml distile suda çözülür. Üzerine 15 ml piridin ilave edilir ve distile suyla 50 ml'ye tamamlanır. Bu solusyon karanlıkta muhafaza edilmiştir.

11-Enzim Solusyonu : 50 mg beta - glukozidaz (Sigma), 100 ml, 100 mM sodyum fosfat içinde çözülür hazırlanır.

Yem numunelerinin analizinde, Lambert ve ark. (19), Kaur ve ark. (17) ve Bruce ve arkadaşlarının (3) kullanılmış oldukları metodlar esas olarak alındı.

### Bulgular

Farklı bölgelerden temin edilen değişik yem bitkileri ve karma yemlerdeki siyanür düzeyleri tesbit edildikten sonra tablo halinde sunuldu (Tablo - 1, 2).

Yem bitkilerine göre siyanür düzeylerinin en fazla acı badem, burçak, maydanoz, kırmızı biber, fiğ gibi bitkilerin tohumlarında bulunduğu; bunları sırayla pamuk, ayçiçeği, kendir, maş, yonca, gilgil, mısır, mercimek, turp, arpa, süpürge darısı, yulaf, ak darı, havuç, çim, akasya, marul, soya, beyaz nohut, lobik, ıspanak, kara nohut, buğday, arşun fasulye ve bezelye bitkilerinin tohumlarının takip ettiği görüldü (Tablo - 1).

Karma yemlerde ise en fazla siyanürün yumurta piliç büyütme yemi (ince), tapioka (manyok, pelet) tavuk yumurta yemi (ince), yemlik maya ve buğday kepeğinde bulunduğu ve bunları etlik piliç yemi (ince) piliç büyütme yemi (pelet), soya fasulseyi küsbesi, yumurta yemi (ince), civ civ büyütme yemi (ince), buzağı büyütme yemi (ince), sığır karma besi yemi (pelet), sığır süt yemi (ince) gibi yemlerin izlediği görüldü (Tablo - 2).

### Tartışma ve Sonuç

Ülkemizde gerek devlet ve gerekse özel sektör tarafından üretilen yem bitkisi ve karma yemlerdeki siyanür düzeylerinin tesbiti ile ilgili herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Siyanojenik glikozidler insan ve hayvan gıdalarının çoğunda doğal olarak bulunmaktadır. Bunların tüketilmesi sonucunda canlılarda siyanüre bağlı zehirlenmeler oluşmaktadır. Ayrıca siyanürün altın, gümüş gibi madenlerin aranmasında ve pestisid olarak kul-

lanılmasından dolayı bitki ve sulardaki siyanür düzeyleri hızla artmaktadır. Bu bitki ve suların canlılar tarafından tüketilmesi sonucu zehirlenmelerin oluşması bu konunun önemini daha da artırmaktadır.

Yem ve gıdalarda bulunan siyanür düzeylerinin belirlenmesi ile ilgili olarak değişik metodlar kullanılmıştır. Genel olarak siyanürün tesbitinde spektrofotometrik yöntemler kullanılır. Spektrofotometrik yöntemler siyanürün okside edilmesini takiben bağlayıcı bir madde ile bağlanması esasına dayanır. Siyanürün oksidasyonunda N-klorosüksinimid-süksinimid, bromlu su, kloramin - T gibi maddeler, bağlayıcı madde olarak da barbütirik asit, benzidin, 2,5 piperezinedione, 2,4 quinolinediol ve hidantoin gibi bileşikler kullanılır (3, 17, 19). Araştırmaların çoğunda en iyi oksidan madde olarak N-klorosüksinimid-süksinimid ve bağlayıcı madde olarak barbütirik asit kullanıldığı için çalışmada bu maddeler tercih edildi.

Siyanojenik glikozidler, canlılar tarafından oral yolla alındığında sindirim kanalında bulunan bakteriler tarafından salgılanan  $\beta$  - glikozidazlar aracılığıyla hidrolize edilir ve siyanohidrinleri oluştururlar. Daha sonra oluşan bu siyanohidrinler  $\infty$  - hidrosinitrilazın etkisiyle HCN ve benzaldehide dönüştürülürler (6, 7, 8, 9, 11, 20, 21, 22, 23). Oluşan siyanür hızla emilip dolaşıma geçtikten sonra met-hemoglobin ile birleşir ve siyanmethemoglobin oluşur. Kandaki siyanür solunumda görevli olan sitokrom oksidaz enziminin yapısındaki ferri demirle birleşip bu enzimi inaktive eder. Sonuçta histotoksik bir anoksia neticesinde zehirlenmeler ve ölüm görülür. (7, 9, 10, 11, 29). Tablo 1 ve 2 incelendiğinde analizi yapılan yem numunelerin çoğunda bulunan HCN düzeylerinin, uzun süre ve fazla miktarda alınmadıkça zehirlenmelere neden olmayacakları görüşündeyiz. Fakat bu yemler siyanür içeren sular ile birlikte fazla miktarda alındığında zehirlenmelere neden olabilirler.

Siyanojenik glikozidlerle zehirlenmelerde oluşan semptomlar hipoksiyanın neden olduğu belirtiler şeklindedir. Mukozalarda kızarıklık, hızlı solunum, baş dönmesi, baş ağrısı, düzensiz nabız, ağızda bol köpüklü salya, döl veriminde azalma ve kas titremeleri gibi belirtilerin görüleceği bildirilmiştir (4, 7,

**Tablo 1. Türkiye'nin Değişik Bölgelerinden Temin Edilen Yem Bitkilerindeki Siyanür Düzeyleri.**

Bitki Numunesi	Türkçe Adı	Numunenin Alındığı yer	HCN Düzeyi (ppm)
Prunus Amygdalus	Acı Badem	Elazığ	48.96
Vicia Ervilia	Burçak	Elazığ	4.60
Petroselinium Sativum	Maydanoz	İstanbul	1.55
Capsicum Annuum	Kırmızı biber	K.Maraş	0.90
Vicia Sativa	Fiğ	Elazığ	0.77
Gossypium Sp.	Pamuk	Elazığ	0.72
Helianthus Annuus	Ayçiçeği	Elazığ	0.71
Cannabis Sativa	Kendir	Malatya	0.70
Vicia Sp.	Fiğ	Elazığ	0.70
Medicago Sp.	Yonca	Kayseri	0.70
Malva Sylvestris	Gilgil	Elazığ	0.68
Zea Mays	Mısır	Malatya	0.68
Lens Esculenta	Mercimek	Urfa	0.68
Raphanus Sativus	Turp	Gaziantep	0.67
Hardeum Sp.	Arpa	Elazığ	0.66
Artemisa Sp.	Süpürge Darısı	Elazığ	0.66
Avena Tutua	Yulaf	Konya	0.65
Sorghum Sp.	Akdarı	Konya	0.64
Daucus Carrotá	Havuç	İstanbul	0.62
Lolium Sp.	Çim	Eskişehir	0.62
Rebinia Pseudo Acacia	Akasya	Elazığ	0.61
Lactuca Sativa	Marul	Konya	0.60
Glycine Max.	Soya	Adana	0.57
Cicer Sp.	Beyaz Nohut	Elazığ	0.55
Vigna Sinensis	Lobik	Elazığ	0.50
Spinach Sp.	İspanak	Adana	0.46
Cicer Aritenium	Kara Nohut	Malatya	0.37
Triticum Sp.	Buğday	Elazığ	0.35
Phaseolus Vulgaris	Fasulye	Elazığ	0.33
Pissum Sativum	Bezelye	Adana	0.33

**Tablo 2. Türkiye'nin Değişik Bölgelerinden Temin Edilen Yem Maddeleri ve Karma Yemlerdeki Siyanür Düzeyleri.**

Yem Maddeleri ve Karma Yem Numuneleri	HCN Düzeyi (ppm)
Yumurta Piliç Büyütme Yemi (İnce, Malatya)	1.42
Topioca (Manioc, Pelet, Elazığ)	0.84
Tavuk Yumurta Yemi (İnce Elazığ)	0.82
Yemlik Maya (Toz, İstanbul)	0.80
Buğday Kepeği (İnce, Elazığ)	0.72
Etilik Piliç yemi (Pelet, Elazığ)	0.70
Piliç Büyütme Yemi (İnce, Malatya)	0.70
Soya Fasulseyi Küspesi (Elazığ)	0.65
Yumurta Yemi (İnce, Elazığ)	0.62
Civciv Büyütme Yemi (İnce, Elazığ)	0.62
Buzağı Büyütme Yemi (İnce, Elazığ)	0.61
Siğir Karma Besi Yemi (İnce, Elazığ)	0.61
Siğir Süt Yemi (İnce, Malatya)	0.60

11, 16, 24, 26). Tablo 1 ve 2'de belirtildiği gibi acı badem, burçak, maydanoz ve yumurta piliç büyütme yemi gibi bitkilerin hayvanlar tarafından fazla miktarda alınması sonucu zehirlenmelere ve yukarıda ifade edilen belirtilerin ortaya çıkmasına neden olabilirler.

Sindirim sistemi mikroorganizmaları tarafından siyanojenik glikozidlerin HCN ve benzaldehide dönüştürülmesi büyük ölçüde  $\beta$  - glikozidaz enziminin mevcudiyetine ve alınan glikozid miktarına bağlıdır. Bu enzimin aktivitesi için optimum pH : 6-7 arasındadır (5, 6, 7, 10, 11, 21, 22, 23). Tablo 1 ve 2 incelendiğinde özellikle yüksek düzeyde siyanür içeren bazı numunelerin, yukarıdaki şartlar sağlandığında fazla oranda HCN oluşturup zehirlenme riskini artıracak kaçınılmaz bir gerçektir.

Yapılan bir çalışmada (7) gıda ve yem bitkilerinin tohumlarından bezelyede 23 ppm, kuru fasulyede 20 ppm, beyaz nohutta 8 ppm, burçakta 520 ppm, acı bademde 290 ppm düzeylerinde siyanürün bulunduğu bildirilmiştir. Aynı araştırmacı sorghum tohumlarında siyanür bulunmadığını belirtmiştir. Bitkilerde bulunan HCN düzeyleri bitki türünün yanında bazı çevresel şartlara göre değişiklik gösterir. Örneğin genç bitkiler olgunlara göre daha fazla glikozid içerirken, kuruma, donma ve fitohormonlar bitkilerdeki siyanür düzeylerini artırırlar. Ayrıca azot yönünden zengin olan topraklarda yetişen bitkilerde siyanür düzeyleri yükselmektedir. (6, 7, 9). Tablo 1 ve 2 incelendiğinde bezelyede 0.33 ppm, kuru fasulyede 0.33 ppm, beyaz nohutta 0.55 ppm, burçakta 4.6 ppm ve acı bademde 48.96 ppm düzeylerinde siyanür bulunduğu görülmektedir. Her iki çalışmanın sonuçları incelendiğinde her iki çalışmada ortak olarak analizi yapılan yem bitkilerinden elde edilen siyanür düzeylerinin paralellik göstermediği görülmektedir. Ayrıca bu çalışmada sorghum bitkisinin tohumlarında 0.64 ppm düzeylerinde siyanür bulunduğu belirlenmiştir. Araştırmalardan elde edilen sonuçların farklılığı yukarıdaki araştırmacıların (6, 7, 9) ifade ettiği sebeplerden kaynaklanmaktadır.

Siyanojenik glikozid içeren bitkiler alındığında meydana gelen HCN'nin % 90'ı eritrositlerde birikir. Oluşan siyanür iyonları organizmada normal şart-

larda mevcut tiyosulfat ile rodenaz enzimi katalizöründe birleşerek tiyosiyanaata dönüşür. Vücutta oluşan tiyosiyanat iyonları eritrositlerde bulunan tiyosiyanat oksidaz, nötrofillerde bulunan myeloperoksidaz ve salyada bulunan laktoperoksidaz gibi bir kısım enzimlerin etkisi ile tekrar HCN'ye dönüşürler (4, 7, 11, 28, 29, 30). Yüksek düzeylerde siyanojenik glikozid içeren bitkiler az oranda ve uzun süreli alındığında vücutta oluşan tiyosiyanat iyonları yukarıda adı geçen enzimlerin etkisi ile HCN'ye dönüşeceğinden zehirlenme riskini arttıracakı görüşüdeyiz.

Sonuç olarak tablo 1 ve 2'de görüldüğü gibi analizleri yapılan bazı gıda ve yem numunelerinde siyanür düzeylerinin yüksek olduğu, bu gıda ve yemler canlılar tarafından uzun süre ve fazla miktarda tüketildiğinde zehirlenmelere neden olacağı görüşüdeyiz. Bu nedenle ülkemizde devlet ve özel sektör tarafından uzun süre ve fazla miktarda tüketildiğinde zehirlenmelere neden olacağı görüşüdeyiz. Bu nedenle ülkemizde devlet ve özel sektör tarafından üretilen gıda ve yemler ile birlikte tüketilen suların siyanür yönünden analizleri yapıldıktan sonra insan ve hayvan tüketimine sunulmasının daha uygun olacağı kanaatindeyiz.

#### Kaynaklar

1-Anonim (1970). HCN and prussic asit. American Ind. Hygiene Association Journal, California  
2-Beck, F.J. (1983) The Influence of sulfide and cyanide on axonal function. Toxicology, 26 (1), 37-45.  
3-Bruce, B.R., Howard, J.W. and Hanzal, R.F. (1955). Quantitative estimation of cyanide, thiocyanate and hydroxynitrites. Anal. chem., 27 : 1346.  
4-Chung, J. and Wood, J.L. (1970). Oxydation of thiocyanate to cyanide and sulfate by the Lactoperoxidase-Hydrogen peroxidase system. Archives of Biochemistry and Biophysics, 141 : 73-78.  
5-Conn, E.E. (1973). Cyanogenic glycosides; their occurrence, biosynthesis and function. p. 55 - 63. In "Chronic Cassava Toxicity, Proceedings of and Interdisciplinary Workshop", London.  
6-Conn, E.E. (1979a). biosynthesis of Cyanogenic Glycosides. Naturwissenschaften, 66:28 - 34.  
7-Conn, E.E. (1979 b). Cyanogenic glycosides. I.A. Vol. 27. Ed. by A. Neuberger and T.H. Jukes In : "Biochemistry of Nutrition" University Park Press, Baltimore.  
8-Conn, E.E. (1984). Compartmentation of secondary compounds. Annu. Proc. Phytochem. Soc. Europe. Vol. 24. Oxford Press.  
9-Conn, E.E. (1980a). Unwanted biological substances in food; Cyanogenic Glycosides. p. 104 121. Ed. J.C. Ayres. In "Impact of Toxicology on Food Processing". Davis, California.  
10-Conn, E.E. (1980b). Cyanogenic compounds. Ann. Rev. Plant Physiol., 31 : 433 - 451.

11-Ellenhorn, M.J., Barceloux, D.G. (1988). Cyanide. p. 829-834. In: "Medical Toxicology Diagnosis and Treatment of Human Poisoning". London.  
12-Flora, K.P. Cradock, J.G. and Ames, M.M. (1978). A simple method for estimation of Amygdalin in urine. Research Commun. Chem. Pathol. Pharmacol., 20 (2), 367 - 379.  
13-Haishman, D.R. and Knight, D.J. (1967). The enzymic hydrolysis of Amygdalin. Biochem. Journal, 103 : 528-534.  
14-Hatton, H., Suzuki, Y., Fujiyama, T., Yamamoto, K. and Ueda, M. (1986). Acute effects of CO and CN on hepatic mitochondrial function. 2. Rechtsmed, 96 : 1-10.  
15-Humphry, S.H. and Nash, D.A. (1978). Lactic asidozis complicating Sodium Nitroprussid therapy. Annals of Internal Medicine, 88 (1), 58-59.  
16-Jonson, J.D. and Isom, G.E. (1985). The Oxidative disposition of KCN in mice. Toxicology, 37 : 215-224.  
17-Kaur, P., Upadhyay, S. and Fuata, V.K. (1987). Spectrophotometric determination of HCN in air and biological fluids. Analyst, 11k2 H 1681-1683.  
18-Krishna, L. and Katoch, R.C. (1989). Investigation of "Mysterious" disease in Livestock: HCN Poisoning. Vet. Hum. Toxicol., 31 (6), 566-567.  
19-Lambert, L.J., Ramasamy, J. of Paukstelis, J.V. (1975). Stable reagents for the colorimetric determination of cyanide by Modified König reaction. Analytical Chemistry, 47 (6), 916-918.  
20-Majak, W., Mc Diarmid, R.E., Hall, J.W. and Cheng, K.J. (1990). Factors that determine rates of Cyanogenesis in bovine ruminal fluid invitro. J. Anim. Science, 68 (6), 1648 - 1655.  
21-Majak, W. (1987). Hydrolysis of Cyanogenic Glycosides Amygdalin, Prunasin and Linamarin by ruminal Microorganisms. Can. J. Anim Sci., 67 : 1133 - 1137.  
22-Majak, W. (1992). Biotransformation of toxic glycosides by ruminal microorganisms. p. 86 - 103. Ed. by Keeler, R.F., Mandava, N.B. and Tu, A.T. In : "Natural Toxins; Toxicology Chemistry and Safety". Washington, U.S.A.  
23-Miller, M.J. and Conn E.E. (1980). Metabolism of HCN by higher plants. Plant. Physiol., 65 : 1199 - 1202.  
24-Newton, G.W., Schmidt, E.S., Lewis, J.P., Conn, E.E. and Lawrence, R. (1981). Amygdalin toxicity studies in rats predict chronic cyanide poisoning in humans. The West. J. Med., 134 : 97 - 103.  
25-Olusi, S.O., Oke, O.L. and Odusate, A. (1979). Effects cyanogenic agents on reproduction and neonatal development in rats. Biol. Neonate, 36 : 233-243.  
26-Schmidt, S.E., Newton, G.W., Sanders, S.M., Lewis, J.P. and Conn, E.E. (1978). Laetrile toxicity studies in dogs. J.A.M.A., 239 (10), 943-947.  
27-Szabo, A., Ruby, S.M., Rogan, F. and amit, Z. (1991). Changes in brain dopamin levels oocyt growth and spermatogenesis in Rainbow Trout oncorhynchus mykiss, following sublethal cyanide exposure. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 21 (1), 152 - 157.  
28-Vesey, C.J. (1979a). Letter to the editor about cyanide. Clin. Toxicol. 14 (3), 307-309.  
29-Vesey, C.J. (1979b). Metabolism of SNP and cyanide in the dog. Br. J. Anaesth. 51 (2), 89-97.  
30-Vesey, C.J. and Wilson, J. (1978). Red cell cyanide. J. Pharm. Pharmac., 30 : 20-26.