

## KUZU BESİSİNDE FOSFORUN ÖNEMİ

M. Mustafa ERTÜRK

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü,  
Antalya/TÜRKİYE

M. Rifat OKUYAN

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü,  
Ankara/TÜRKİYE

**Özet:** Bu derlemede, kuzu besisinde fosforun önemi tartışılmıştır. Buna ilaveten fosforun vücuttaki dağılımı, fosfordan yararlanma üzerine etki eden besin maddeleri ve diğer faktörler, kan fosfor seviyesini etkileyen faktörler, fosfor yetersizliği ve fazla fosfor tüketiminin etkisi, fosfor gereksinimleri ve başlıca fosfor kaynakları açıklanmıştır. Ayrıca konu ile ilgili bazı araştırma özetleri sunulmuştur.

### The Importance of Phosphorus in Lamb Fattening

**Abstract:** In this review, the importance of phosphorus in lamb fattening were discussed. Furthermore, the dispersion of phosphorus in the body, effective factors on phosphorus utilization, factors effecting the blood phosphorus level, effects of both deficient and excessive phosphorus intake, phosphorus requirements and phosphorus sources were also studied.

### Giriş

Ülkemizde sayısal yönden kasaplık hayvan potansiyelinin önemli bir bölümünü oluşturan kuzuların, et üretimine katkıları oldukça düşüktür. Özellikle erken yaşta ve daha düşük canlı ağırlıkta kesilmeleri gibi nedenler yanında, bilimsel bir besleme veya besi yönteminin uygulanmaması, elde edilen et veriminin düşük olmasına neden olmaktadır. Bugün yeterli beslemenin optimum verim elde edilmesi açısından en önemli çevresel faktörlerden biri olduğunun bilindiği günümüzde, kuzu besisinde yetersiz ve dengesiz besleme sonucunda, her yıl işletme ekonomisine ve dolayısı ile ülke ekonomisine verilen zararlar küçümsenmeyecek kadar büyüktür.

Artan nüfus ile beraber ortaya çıkan kaliteli protein gereksiniminin karşılanmasında, önemli bir potansiyel kaynak niteliği taşıyan küçük baş hayvanların, yüksek biyolojik değerli protein kaynağı olmaları yanında, ham sellülozlu besinlerden yararlanma kapasiteleri, uysallıkları, büyüklükleri, barınmaları için küçük alanlara gereksinim duymaları, gerek büyük işletmelerde, gerekse küçük aile tipi işletmelerde kullanılabilmelerine neden olacak niteliklerden bir kaçıdır (1).

Yukarıda belirtilen konular dikkate alınarak, inorganik elementlerin vücuttaki görevlerinin, verime olan etkilerinin, yetersizliklerinde veya fazla tüketilmelerinde ortaya çıkabilecek durumların, emilimleri ve vücuttan atılımlarına etki eden faktörlerin bilinmesi, ekonomik hayvan beslemenin bir gereğidir.

Mineral maddelerin organizmada, kemik ve dişlerin yapı unsurları oldukları, iskelet yapısına sertlik ve sağlamlık verdikleri, kasları, kan hücrelerinin ve diğer yumuşak dokuları oluşturan protein ve lipitler gibi organik maddelerin yapısına girdikleri, enzim sistemlerinde ayrıca kanda ve diğer vücut sıvılarında eriyebilir tuzlar olarak çeşitli fonksiyonlara sahip oldukları bilinmektedir (2).

### Fosforun Vücuttaki Dağılımı

Fosfor hem bitki, hem de hayvan dokularında oldukça geniş bir şekilde dağılım göstermektedir. Kemik külünün yaklaşık fosfor içeriği % 16-17 veya yaş kemik dokusunun fosfor içeriği ise % 4-4.5 dolayındadır ve Ca:P oranı oldukça sabit olarak 2:1 olarak tespit edilmiştir. Genç hayvanlarda kemikteki fosfor miktarı, kemiklerin tam olarak mineralizasyonunun tamamlanmamış olmasından dolayı, ergin hayvanlara göre daha düşük seviyededir.

Toplam vücut fosforunun % 75-80'i iskelet ve dişlerde bulunmaktadır. Tüm kanın 100 ml'si yaklaşık 35-45 mg fosfor içerir ki bunun çoğu kırmızı kan hücrelerinde bulunur.

Ruminantlarda serum veya plazmadaki inorganik fosfor seviyesi 100 ml'de 4-6 mg kadardır, fakat bu miktar 100 ml'de 3-9 mg sınırları arasında değişim gösterebilir. Bu sınırlar analitik hatalar ve vücuttan kan alımı esnasında organo-P komplekslerinin hidroliz olması sonucunda değişiklik gösterebilir. Plazma fosforunun önemli kısmı iyonize olmuştur, fakat bir kısmı da protein, lipitler ve karbonhidratlarla çeşitli kompleksler oluşturmuşlardır.

Fosfor düz kaslarda % 0.08, iskelet kaslarında ise % 0.21 dolayında bulunmaktadır. Sığır beyin dokusunda % 0.24-0.44 ve karaciğerde % 0.24 düzeyinde fosfor bulunmaktadır. Radyo izotopla etiketlenmiş <sup>32</sup>P ile yapılan bazı çalışmalarda da safra kesesi, karaciğer, böbrek, kalp, dalak, akciğer, kas ve beyinde de fosforun bulunduğu belirlenmiştir.

### Fosforun Vücuttaki Önemi

Fosfor hayvan vücudunda diğer mineral maddelere göre daha çok bilinen fonksiyonlara sahiptir. Vücutta bulunan miktarı ve sahip olduğu esansiyel fonksiyonları nedeniyle, mineral maddeler arasında önemli bir yere sahiptir.

Kemik formasyonu ve gelişmesinde büyük rol oynayan fosfor, aynı zamanda hücre gelişmesi ve farklılaşmasında gerekli olan nükleik asitlerin bir komponenti olarak önem taşır. Diğer elementlerle bir kombinasyon oluşturarak, osmotik olaylarda ve asit baz dengesinde belirgin bir role sahiptir.

Fosfor hemen hemen metabolizmanın her safhasında organik bileşiklerin içerisinde yer alan esansiyel bir elementtir. Kas, enerji, karbonhidrat, amino asiti, yağ ve sinir dokusu metabolizmasında, normal kan kimyasında önemli bir yere sahiptir. Nükleik asitlerin, DNA ve RNA'nın önemli bir unsuru olan fosfor bir çok koenzimin ögesi olarak adenozin di- ve tri fosfat gibi bileşiklerde bulunmaktadır (3).

Aynı zamanda enerji kullanımı ve transferi, fosfolipit formasyonu ve dolayısıyla yağ asitlerinin taşınması, amino asiti formasyonunu içeren metabolik olayların oluşumunda hayati rol oynar.

Şeker-fosfatların ve adenozin di- ve tri fosfatların oluşumu ile enerji metabolizmasında da önemli bir yere sahip olan bir elementtir (4).

Fosfor yemden yararlanma etkinliğini artırmada ve henüz kesin bir açıklaması olmamakla birlikte hayvanların iştahını kontrol etmede etkin bir mineraldir (5).

Bununla birlikte, gelişme oranı, yemden yararlanma gibi optimum hayvansal performansı belirleyen özellikler için, fosforun kritik rasyon seviyeleri ile diğer esansiyel ve esansiyel olmayan mineral maddeler arasında da çeşitli ilişkilerin olduğu bilinmektedir.

Fosforik asit oluşturan fosfat bileşikleri intermedier metabolizmada önemli reaksiyonlarda rol oynarlar.

Özellikle karbonhidrat metabolizmasında, fosfor sirkülasyonu olarak isimlendirilen fosforilasyon ve defosforilasyon olayları nedeni ile karbonhidrat metabolizmasında da bu elementin önemi büyüktür.

#### **Fosfordan Yararlanma Üzerine Etki Eden Faktörler**

##### **Fosfordan Yararlanma Üzerine Diğer Besin Maddelerinin Etkisi**

Kuzuların fosfor yönünden yeterli beslenmesi öncelikle, rasyonda kalsiyum ve fosfor bakımından her iki elementin miktarlarının gereksinim duyulan sınırlar içerisinde olmasına bağlıdır. Ayrıca kalsiyum ile fosfor arasında uygun bir oranın bulunması ve hayvanın vitamin D gereksiniminin yeterli şekilde karşılanması gerekmektedir. Esas olarak bu üç faktörden birinin eksik veya yetersiz bulunuşu fosfor metabolizmasını olumsuz yönden etkileyecektir. Bu faktörlerin nispi öne-

mi aynı zamanda hayvanın fizyolojik fonksiyonlarına göre değişmektedir.

Kalsiyum veya fosfor elementlerinden birinin rasyonda fazla miktarlarda bulunması diğerinin erimeyen trikalsiyum fosfat şeklinde bağlı kalmasına neden olmaktadır. Fazla miktardaki kalsiyumun fosfordan yararlanmayı engellediği bilinmektedir. Önemli olan diğer bir konu da; rasyonda kalsiyum ve fosfor miktarları azaldıkça, bunların sindirim kanalından emilmelerinin de artmasıdır. Bu nedenle rasyon kalsiyum ve fosfor miktarlarının aşırı olmamasına çok dikkat etmek gerekmektedir. Bu iki elementin birinin veya her ikisinin rasyonda fazla miktarlarda bulunuşu, bir eksiklik olarak nitelendirilmelidir.

Çeşitli araştırma sonuçlarına göre kalsiyum emiliminin, fosforun metabolik atılımını artırmasına rağmen, kalsiyumun seviyesi veya kaynakları tarafından fosforun gerçek sindirilebilirliğinin etkilenmediği tespit edilmiştir. Ayrıca Ca:P oranının fosforun üriner atılımını ve gerçek sindirilebilirliğini etkilemediği, fakat dışkı ile atılımı artırdığı belirtilmektedir. Rasyon tüketimi arttığında, fosforun emiliminde de sadece bir kaç gün devam etmek üzere artış olduğu gözlemlenmiştir. Araştırma sonuçları göstermiştir ki, Ca:P oranının koyunlarda 1.25'ten 1'e kadar sabit bir oran elde edilecek şekilde sağlanması en iyi sonucu vermektedir. Yine kalsiyum seviyesinin kuzularda 5. ve 37. günler arasında fosforun zahiri sindirilebilirliğini önemli şekilde etkilemediği belirtilmektedir. Dışkı fosfor seviyesi, süt ve idrar fosfor seviyesinin artması ile azalmaktadır. Süt fosforu dışkı ve idrar fosfor seviyesi ve azot dengesi ile ters ilişkili olarak değişmektedir. Yemlerdeki fosforun azalması, kalsiyumun artan kaybını kontrol etmektedir.

Kuzularda çeşitli seviyelerde kalsiyum tüketimi sonucunda fosfor metabolizması ile ilgili değerler Tablo 1'de belirtilmiştir (6).

Çeşitli araştırma sonuçlarına göre fosforun emilimini ve yararlanımını kalsiyum haricinde etkileyen diğer çeşitli maddelerinde söz konusu olduğu tespit edilmiştir. Sindirim kanalındaki asit ortam erimeyen ve emilmeyen bir bileşik olan trikalsiyum fosfatın oluşmasına engel olmaktadır. Laktoz sindirim kanalı boyunca asit reaksiyonu sürdürdüğü için kalsiyum-fosfor ikilisinin emilmesini teşvik etmektedir ki süt emen gelişme çağındaki hayvanlarda bunun büyük önemi vardır. Diğer taraftan rasyondaki fazlaca demir, aliminyum ve magnezyum erimeyen fosfat bileşiklerinin meydana gelmesine neden olduğundan fosforun emilmesini engellemektedir. Aynı şekilde, bazı kaba yemlerdeki okzalik asit ve fitatlar kalsiyumun sindirim kanalında çökmesine neden olduğundan, dolayısıyla fosforun emiliminde etkilemektedirler. Bununla birlikte okzalik asit ruminantlarda rumende çözüldüğü için bu durum bir dereceye kadar ihmal edilebilir.

Kuzularda ilave çinko sülfatın, fosforun emilimini azalttığı, çinkonun metabolik dışkı fosfat seviyesini değiştirmemesine rağmen, fosforun emiliminde bir azalmaya neden olduğu belirtilmektedir. Alüminyum sülfatın fosfor absorpsiyonuna veya atılımına önemli bir etkisinin olmamasına rağmen sığırlarda yapılan araştırmalarda sodyum molibdat veya bakır sülfatın fosfordan yararlanmayı etkilediği sonucu elde edilmiştir. Bakır veya molibden ilavesinin üriner fosfor seviyesinde önemli bir artışa neden olduğu, yüksek seviyede molibden ilevesinin toplam fosfor atılımında en az iki kat artışa neden olabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca rasyondaki yüksek demir seviyesinin sığırlarda plazma fosfor seviyesine etki ettiği ve zahiri fosfor absorpsiyonunu azaltıcı nitelikte olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1: Farklı seviyelerde kalsiyum ile beslenen kuzularda fosfor metabolizması<sup>1</sup>

Ca Tüketi. mg/kg/gün	P tüketimi mg/kg/gün	Zahiri ab- sorbsiyon	Dışkı P mg/kg/gün	Üriner P mg/kg/gün
50				
period 1	292	96	12	203
period 2	206	90	25	121
250				
period 1	315	93	22	150
period 2	224	80	45	90
450				
period 1	311	87	41	90
period 2	222	67	74	51
650				
period 1	319	86	44	84
period 2	219	64	79	38

(1) period 1: 5-37. günler arası, period 2: 37-69. günler arası

Bitkisel yağların kalsiyum absorpsiyonunu azaltığının bilinmesine rağmen, yapılan çalışmalarda mısır yağının fosforun gerçek sindirilebilirliğine veya vücutta tutulmasına önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Ani rasyon değişikliklerinin, su tüketiminin artması nedeni ile üriner fosfor atılımını artırmasına rağmen, süt konsantrasyonu üzerinde önemli bir etki yapmaksızın, kan fosfor seviyesini azaltmaktadır. Rasyon protein düzeyindeki azalmanın, buzağılarda üriner fosfor seviyesinin artmasına ve fosforun vücutta tutulmasının azalmasına neden olduğu saptanmıştır.

Bununla beraber vitamin D'nin, koyunlarda, düşük fosfor seviyeli rasyonlarla besleme durumunda, fosforun vücutta tu-

tulmasını iyileştirdiği ve raşitizmi geçici olarak tedavi edici nitelikte olduğu; sığırlarda ise etkili vitamin D dozlarının fosfor absorpsiyonunu artırmasına paralel olarak, özellikle üriner fosfor atılımını artırmasına rağmen, net fosfor tutumunu çok fazla etkilemediği belirlenmiştir. Sindirim kanalındaki kalsiyum ve fosfor iyonları arasındaki miktar yönünden farklılık ne kadar fazla ise vitamin D'ye olan gereksinim de o kadar artar. Bununla birlikte vitamin D için doğal kaynaklar çeşitli bölgelere göre hissedilir şekilde etkilendiğinden, gereksinim sınırlarını tespit etmek zordur.

#### **Fosfordan Yararlanma Üzerine Diğer Faktörlerin Etkisi**

Ruminantlarda serum fosfor seviyesi ve fosfordan yararlanma üzerine bir çok faktörün etkisi olduğu bilinmektedir. Kış ve sonbahar süresince, yüksek değerlerde bulunan serum fosfor seviyesinde, mevsimsel değişimler gözlemlenmiştir. Kan fosfor seviyesinin gebelik ve laktasyon dönemi ile ilişkili olduğu tespit edilmiş, laktasyon ve gebelik dönemleri süresince elde edilen değerlerin, kuru dönemdeki hayvanlardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Fosforun üriner atılımı, laktasyonun sona ermesini takiben, hissedilir biçimde azalmaktadır. Serum fosfor seviyesi ayrıca yaşla ilişkili olarak değişmekte, yaşın ilerlemesi ile beraber yükselme görülmektedir.

Di-etilstilbestrol gibi sentetik hormonlar, muhtemelen üriner atılımı azaltıcı bir etki ile, fosforun vücutta tutulan miktarını artırırılar. Keçilerde troid bezinin çıkarılması, kemiklerdeki fosfor birikiminin önemli derecede azalmasına neden olmaktadır. Koyunlarda oksitosin hormonunun serum fosforunu düşürücü etkisinin bulunduğu bilinmektedir.

#### **Kan Fosfor Seviyesini Etkileyen Faktörler**

Diğer pek çok mineral maddede olduğu gibi, emilim, atılım ve kemiklerden veya diğer dokulardan geri alma gibi olaylar sonucunda kan fosfor seviyesinin dengeli bir şekilde bulunduğu ifade edilmektedir. Böbrek yetersizliği durumunda, serum fosfor seviyesi yükselmektedir. Aşırı kalsiyum, demir ve aliminyum beslemesi, açlık serum fosfor seviyesini bireysel olarak etkilememekte, fakat böbrek yetersizliğinde ani bir düşmeye neden olmaktadır. Ayrıca intra vasküler injeksiyonda veya parathormonun bir renal artere verilmesi o bölgenin üriner fosforunu düzenleyici etki yapmaktadır. Vitamin D'nin etkili dozlarında serum ve üriner fosfor seviyelerini artırdığı belirlenmektedir (6).

#### **Fosfor Yetersizliği**

Fosfor genel olarak, ruminantlar için mineral beslenmesi bakımından önemli bir sınırlayıcı faktördür. Fosfor yetersizliği, ilk olarak plazma fosfor seviyesinin düşmesi ile şekillenmeye başlar. Plazma fosfataz seviyesinde artma

görülür. Kemiklerin mineral içeriklerinde azalma ve kolay kırılabilir bir yapı oluşmaya başlar. Fosfor yetersizliğinde diğer bir durum ise eklemlerde sertleşme, topallama ve ileri durumlarda kırılmalar meydana gelir. Ölümünden sonra yapılan incelemelerde eklemlerde, mafsal kıkırdak bölgelerinde aşınmalar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca düşük kalsiyum (% 0.07) ve düşük fosfor (% 0.13) ile beslenen kuzularda ön ayaklarda eğilmeler olduğu belirlenmiştir.

Daha az şiddetli yetersizliklerde hayvanın hareketlerinde yavaşlama, çevreye karşı ilgisizlik, kıl örtüsünde kabalaşma görülür. Karaciğerde depolanan vitamin A'nın kullanımı ile fosfor yetersizliğinin şiddeti azaltılabilmektedir.

Genç ve gelişmekte olan hayvanlarda, kemiklerde olduğu gibi dişlerde de mineralizasyonun tamamlanmadığı belirlenmiştir.

Fosfor yetersizliği olan hayvanlarda, ağırlık artışı veya süt üretiminin azaldığı, dişilerde ise döllenme oranının düştüğü tespit edilmiştir.

Genç ruminantlarda fosfor veya vitamin D yetersizliği raşitizme neden olur. Raşitizmde ilk önce metakarpal veya metatarsal kemiklerde ya da her ikisinde de kalınlaşma veya şişme meydana gelir.

Osteomalasia veya osteofibrosis durumları kalsiyum yetersizliğinde şekillenebileceği gibi aynı zamanda ergin hayvanlarda fosfor yetersizliği sonucunda oluşan hastalıklardır (6). Paratroid bezinin aşırı fonksiyonu ve diğer bazı patolojik durumlar buna neden olabildiği gibi, genellikle hayvanın uzun süre gereksiniminden daha az miktarlarda kalsiyum ve fosfor alması halinde osteomalasia ortaya çıkmaktadır. Akut vakaların çoğu gebelik ve sağım döneminde görülmektedir. Hayvan gebelik ve süt verimi döneminde bu element yönünden yeterli şekilde beslenemezse önce fötüsün gelişiminde veya süt veriminde ani bir gerileme ve sonrada gereksinim duyulan kalsiyum ve fosforun kemiklerden mobilizasyonu başlar. Ayrıca fosforca yetersiz beslenen hayvanlarda gebe kalma ve yaşayan yavru verme şansı azalmakta; kızgınlık ya hafif seyretmekte veya tamamen durmaktadır.

Ayrıca fosforca yetersiz beslenen hayvanlarda bir iştah anormalliği olarak tanımlanan "pica" durumu ortaya çıkar. Bununla birlikte pica, sadece fosfor yetersizliğinde oluşan özel bir durum olmamakta, diğer bazı faktörlerin etkisi sonucunda da oluşmaktadır.

Genç hayvanlarda normalin altındaki gelişme ve erginlerdeki düşük canlı ağırlık artışı fosfor yetersizliğinde ortaya çıkan karakteristik semptomlardır (4).

## Fazla Fosfor Tüketiminin Etkisi

Tuzlu sularda bulunan fosfatlar hariç tutulduğunda, muhtemelen doğal olarak oluşan fosfor bileşiklerinin toksik olduğu konusunda fazla bir bilgi mevcut değildir. Bununla birlikte, kalsiyumla ilişkili olarak, nispi fosfor fazlalığının, çok zararlı sonuçlar ortaya çıkardığı tespit edilmiştir. Nispi olarak fosfor fazlalığı sonucunda ortaya çıkan durum süt hummasıdır.

İkinci bir problem olarak böbreklerde ve idrar yollarında fosfatik taşların birikimi ile şekillenen üriner taşlardır.

Ayrıca fosforik asit gibi konsantre olmuş kimyasal maddelerde toksik etki yapabilirler. Örneğin merinoslarda 3 gram fosforik asit canlı ağırlık artışında azalmaya ve ölüme neden olabilmektedir.

## Fosfor Gereksinimleri

Hayvanların fosfor gereksinimleri hayvanın türü, canlı ağırlığı, yaşı, verim seviyesi, büyüme hızı, Ca-P kaynağının çeşidi ve sindirilme derecesi, rasyonun Ca:P oranı, vitamin D içeriği, yağ içeriği ve diğer elementlerin miktarı gibi çok çeşitli faktörlerin etkisi altındadır (7).

Fosfor gereksinimi, koyunlarda canlı ağırlık, canlı ağırlık artış oranı, gebelik yada laktasyon gibi nedenlerle artan miktarlarla ilişkili olarak, fosforun dokularda depolanması göz önüne alınarak belirlenmektedir.

Dünyada fosforca fakir sahaların yaygın olması ve burarlarda otlayan hayvanlarda fosfor yetersizliğinin sık sık gözlenmesi nedeniyle, toprakta yetişen çiftlik yemleri, her çeşit kesif yemler ve mineral ek yemler gibi üç kaynaktan hayvanlara sağlanacak fosfor miktarının ve dolayısıyla fosforun gerçek değerlendirilmesinin belirlenmesi gerekmektedir.

National Research Council'in bildirdiğine göre, rasyonda, kuzu besisinde % 0.23-0.16, kuru dönemdeki koyunlarda % 0.28-0.20, laktasyondaki koyunlarda % 0.37-0.34 ve koçlarda % 0.19-0.16 düzeyinde fosfor bulunması gerekmektedir.

Canlı ağırlığı 30 kg olan kuzuların P gereksinimleri ile ilgili ARC ve NRC standartlarının birbirine benzemesine rağmen, 30-60 kg canlı ağırlıktakilerde ARC standartları % 50 daha yüksektir.

## Fosfor Kaynakları

Fosforun önemli bir miktarı bitkisel materyallerde fitin veya fitik asit formunda bulunur. Bu kompleks bileşiklerin ruminant olmayan hayvanlar tarafından kullanımı oldukça dü-



süktür. Fakat ruminantlarda rumen mikroorganizmaları fitini hidrolize edebilirler ve böylece fosforun daha etkin kullanımına neden olurlar. Gerçek sindirilebilirlik, inorganik kaynaklarda % 70, fitat da % 63 olmakla birlikte, buğday kepeğindeki fitin fosforunun gerçek sindirilebilirliği 4 aylık yaştaki kuzularda sadece % 25 olarak tespit edilmiştir. Kalsiyum emiliminde, fitin fosforundan, fitatdan kaynaklanan fosfora göre daha iyi yararlanıldığı gözlemlenmiştir.

Yağlı tohum küspeleri, tahılların işlenmesinden elde edilen kepek ve benzeri diğer yan ürünler fosfor bakımından önemli kaynaklar olmasına rağmen, değişik inorganik fosfor bileşikleri ruminant rasyonları için başlıca fosfor kaynaklarıdır.

Süt, tahıl taneleri, balık unu ve kemikler oldukça iyi fosfor kaynaklarıdır. Bununla birlikte kuru ot ve samanlar genel olarak daha düşük fosfor içeriğine sahiptir.

Hayvanların fosfor gereksinimlerinin karşılanmasında kullanılan maddeler arasında, ortofosforik asitin saf bileşikleri, kalsiyum fosfatlar, sodyum fosfatlar, potasyum fosfatlar yer almaktadır. Bunların yanında fosforlu yem elde etmek amacıyla teknik olarak hazırlanan fosfor kaynakları ise yemlik kalsiyum fosfat, teknik di-kalsiyum fosfat, değişik tekniklerle hazırlanan kemik unları, et-kemik unu, yemlik kemik unu, kemik kömürü ve kemik külü gibi kaynaklardır. Ayrıca fosfat kayalarıda bu amaçla kullanılmaktadır.

#### Konu İle İlgili Araştırma Özetleri

Entansif kuzu besisinde rasyonların Ca:P oranlarındaki farklılıkların bazı besi kriterleri ve kemik mineralizasyonuna etkilerinin incelendiği bir araştırmada (7), grupların Ca, P içerikleri ve Ca:P oranları Tablo 2'de gösterildiği gibidir. Araştırmada 5 grupta da, rasyonların besi, karkas, kemik gelişimi ve mineralizasyonunu önemli şekilde etkiledikleri gözlemlenmiştir. Buna karşılık 1:1:1 ve 4:1:1 arasında değişen Ca:P oranlı rasyonlarla beslenen gruplarda ise besi, karkas, kemik gelişim ve mineralizasyonu bakımından oluşan farklılıkların önemli olmadığı tespit edilmiştir. Kemik gelişimi

Tablo 2: Araştırmada kullanılan rasyonların Ca-P içerikleri ve oranları

RASYONLAR	Ca, %	P, %	Ca:P
I	0.32	1.48	1.0:4.6
II	0.49	1.38	1.0:2.8
III	1.14	1.04	1.1:1.0
IV	1.88	0.61	3.1:1.0
V	2.07	0.50	4.1:1.0

ve mineralizasyonu en fazla V. grupta gerçekleşmesine rağmen, gelişme hızı ve karkas kalitesi bu grupta III. ve IV. gruplardan biraz daha düşük bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre entansif besiyeye alınan kuzuların rasyonlarında Ca:P oranının 1.1:1 ile 3.1:1 arasında olması gerektiği belirtilmektedir.

Kuzu besisinde rasyon fosfor ve kaba yem seviyesinin kalsiyum, magnezyum ve potasyumdan yararlanma üzerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada (8), % 0.12, % 0.24 ve % 0.48 gibi farklı rasyon fosfor seviyelerinin, kalsiyum tüketimini, dışkı ve üriner kalsiyum seviyelerini önemli derecede etkilemediği, buna karşılık kalsiyumun vücutta tutulmaması, zahiri sindirilebilirliği ve kan serum seviyesi üzerine orta seviyeli fosforun daha etkili olduğu, yüksek rasyon fosfor seviyesinin ise en düşük etkili rasyon seviyesi olduğu saptanmıştır. Fosfor seviyelerinin magnezyumun tüketimi, dışkı ve üriner seviyelerini ve elementin vücutta tutulmasını önemli derecede etkilemediği, buna karşılık magnezyumun zahiri sindirilebilirliği ve kan serum seviyeleri üzerine düşük ve orta seviyedeki fosforun önemli farklılıklar yarattığı ve düşük fosfor seviyesinin daha etkili olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda rasyon fosfor seviyesinin potasyum dengesini ve kan potasyum seviyesini etkilemediği tespit edilmiştir.

Gelişme çağındaki kuzuların Ca ve P gereksinimlerini belirlemek amacıyla yapılan bir araştırmada (9) kuzulara P düzeyleri % 0.25, % 0.50 ve % 1.0 ve Ca:P oranları ise 1:4 ile 4:1 arasında değişen rasyonlar verilmiştir. Araştırmada % 0.25 Ca ve % 0.25 P içeren temel rasyonun yeterli canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma sağladığı, ancak yemle alınan fosfor miktarının fazlalığı halinde canlı ağırlık artışı ve kemik kül yüzdesinde azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca Ca:P oranı 1:1'den az olan rasyonlarla beslenen kuzuların performanslarının deneme süresince yetersiz kaldığı görülmüştür. Rasyon kalsiyum düzeyinin % 0.25 olması halinde yeterli kemik mineralizasyonu sağlanamamıştır.

Yapılan diğer bir araştırmada (10), ortalama 28.1 kg canlı ağırlıktaki kuzularda, kesif yem karmasına değişik oranlarda öğütülmüş kireç taşı ve disodyum fosfat katarak hazırlanan ve Ca-P düzeyleri % 0.14-0.28, % 0.28-0.28, % 0.14-0.55 ve % 0.28-0.55 olan rasyonlar kullanılmıştır. Fosfor düzeyi yüksek olan rasyonlarla beslenen kuzularda ağırlık artışı ve yem tüketiminin belirgin bir şekilde düştüğünün gözlemlenmesine rağmen, gruplar arası farklılıkların önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Ortalama 27.3 kg canlı ağırlıktaki dişi kuzularda Ca-P düzeyleri % 0.28-0.24, 1.20-0.24, 0.28-0.57 ve 1.20-0.57 olan rasyonların çeşitli besi özelliklerine olan etkileri incelenmiş, günlük ortalama canlı ağırlık artışının sırasıyla 197, 197, 180 ve 189 g, günlük yem tüketiminin 1.20, 1.23, 1.15 ve

1.20 kg, 1 kg canlı ağırlık artışı için yem tüketiminin 6.09, 6.23, 6.44 ve 6.32 kg olduğu saptanmıştır. Kalsiyumca fakir olan rasyonlarda fosfor içeriğinin % 0.24' den % 0.57'ye çıkarılması halinde günlük canlı ağırlık artışı ve yem tüketiminde azalma meydana geldiği, fakat bunun önemli olmadığı görülmüştür (11).

Ayrıca Ca-P düzeyi % 0.31-0.22, 0.56-0.22, 1.06-0.2, 0.31-0.47, 0.56-0.47 ve 1.06-0.47 olan rasyonlarla beslenen kuzularda günlük ortalama canlı ağırlık artışlarını sırasıyla 258, 256, 287, 226, 257 ve 263 g, günlük ortalama yem tüketimleri 1.34, 1.33, 1.42, 1.29, 1.40 ve 1.37 kg, 1 kg canlı ağırlık artışı için yem tüketimini ise 5.22, 5.22, 4.95, 5.69, 5.46 ve 5.22 olarak saptanmıştır. Ca düzeyi % 0.31 olan rasyonlarla beslenen gruplarda P düzeyinin % 0.22 den % 0.47'ye çıkarılması günlük ortalama canlı ağırlık artışında önemli düşmeye neden olmuştur. Aynı şekilde rasyon P seviyesindeki artışın günlük yem tüketimini de azaltmasına rağmen bu miktarın önemli olmadığı tespit edilmiştir (12).

Koyunlar üzerinde yapılan bir araştırmada (13), fosforun vücuttaki dönüşümü incelenmiş ve sonuç olarak rumen sıvısı, serum ve parotid sıvıda fosfor seviyelerinin rasyon fosfor seviyeleri ile direkt olarak ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Santrifüj edilmiş rumen sıvısı ile parotid sıvıdaki fosfor konsantrasyonu arasında çok yüksek bir korelasyon bulunmuştur. Serum inorganik fosfor konsantrasyonu ile parotid sıvı ve rumen sıvısı fosfor konsantrasyonu arasında pozitif bir korelasyonun varlığı belirlenmiştir.

Kuzu besisinde rasyonun fosfor düzeyinin besi performansı ile kan ve kemik fosfor düzeyleri üzerine etkisinin incelendiği bir araştırmada (14) elde edilen sonuçlara göre rasyon fosfor seviyesinin artması ile toplam canlı ağırlık artışı, toplam yem tüketimi, sıcak ve soğuk karkas ağırlıkları ve gelişme katsayısında önemli düşmeler meydana geldiği tespit edilmiştir.

### Sonuç

Hayvan vücudundaki fonksiyonları nedeniyle, mineral maddeler içerisinde en önemlilerinden biri olan fosfor, gerek iskelet ve yumuşak dokularda, gerekse önemli bazı fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda yer alması nedeniyle, hayvan besleme açısından üzerinde durulması gereken bir mineraldir.

### Kaynaklar

1. Devendra, C. Coats. Alınmıştır: World Anim. Sci. B5, Bioclimatology and the Adaption of Livestock. Edited by H.D. Johnson, Chapter 11, s.157-168, 1987.
2. Aksoy, A., Haşimoğlu, S. ve Çakır, A. Besin maddeleri ve hayvan besleme. A.Ü. Yay. No:570.Zir. Fak. Yay. No: 256, Ders kitapları serisi. No:39, 289 s.,1981.

3. Anonim. Mineral Tolerance of Domestic Animals. Sub committee on mineral toxicity in animals. Committee on animal nutrition board on agricultural and renewable resources, commission on natural resources, national research council. National Academy of Sciences, vii+577 s., 1980.
4. McDonald, P., Edwards, R.A. ve Greenhalgh, J.F.D. Animal Nutrition. Fourth Edition. Longman Scientific & Technical. vi+543 s., 1988.
5. Underwood, E.J., 1981. The mineral nutrition of livestock. Sec. Edit. Commonwealth Agricultural Bureaux, xi+180 s., 1981.
6. Church, D.C. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants Volume 2-Nutrition. xii+4520, 1977.
7. Karabulut, A. ve Okuyan, M.R. Entansif kuzu besisinde rasyonların Ca:P oranlarındaki farklılıkların bazı besi kriterleri ve kemik mineralizasyonuna etkileri üzerinde araştırmalar. A.Ü. Zir. Fak. diploma sonrası yüksek okulu doktora tez özetleri, ayrı basım, s.704-722, 1980.
8. Lopes, H.O.S. ve Perry, T.W., 1986. Effect of dietary and roughage levels on calcium, magnesium and potassium utilization by sheep. J. Anim. Sci. 63:1983-1989, 1986.
9. Gaston, J. ST. L. Calcium nutrition of lamb. Part 1. Calcium and phosphorus requirements. Part II. Metabolism of calcium. Thesis. Cornell University. 1970.
10. Hoar, D.W., Emerick, R.J ve Embry, L.B. Ovine phosphatic urolithiasis as related to the phosphorus and calcium contents and acid-base forming effects of all-concentrate diets. J. Anim. Sci. 29:647-652, 1969.
11. Hoar, D.W., Emerick, R.J ve Embry, L.B. Potassium, phosphorus and calcium interrelationships influencing feedlot performance and phosphatic urolithiasis in lambs. J. Anim. Sci. 30:597-600, 1970.
12. Hoar, D.W., Emerick, R.J ve Embry, L.B. Influence of calcium source, phosphorus level and acid-base forming effects of the diet on feedlot performance and urinary calculi formation in lambs. J. Anim. Sci. 31:118-125, 1970.
13. Tomas, F.M., Moir, R.J. ve Somers, M. Phosphorus turnover in sheep. Aust. J. Agric. Res. 18:635-645, 1967.
14. Ertürk, M.M. Kuzu Besisinde Rasyonun Fosfor Düzeyinin Besi Performansı ile Kan ve Kemik Fosfor Düzeyleri Üzerine Etkisi. Doktora tezi (Basılmadı). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, VI+72 s., 1993.