



## D Vitamini ve Metabolizma İçin Önemi

H. Turan AKKOYUN<sup>1✉</sup>, Mahire BAYRAMOĞLU<sup>2</sup>, Suat EKİN<sup>2</sup>, Fikret ÇELEBİ<sup>3</sup>

1. Ahi Evran Üniversitesi, Çiçekdağı Meslek Yüksekokulu, Kırşehir, TÜRKİYE.
2. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Van, TÜRKİYE.
3. Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Erzurum, TÜRKİYE.

**Özet:** Steroid bir hormon olarak kabul edilen D vitamini bitkisel kökenli ergosterol (vit-D<sub>2</sub>) ve hayvansal kökenli olup deride 7-dehidrokolesterolden türeyen kolekalsiferol (vit-D<sub>3</sub>) şeklinde sınıflandırılır. D vitaminleri kalsiferoller olarak ta adlandırılırlar. D<sub>2</sub> ve D<sub>3</sub> vitaminleri aynı yolla metabolize edilirler ve öncelikle karaciğerde 25-(OH) D<sub>3</sub>'e çevrilir, ardından böbreğe taşınarak D vitaminin aktif formu olan 1,25-(OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub>'e dönüştürülürler. D vitamini, metabolizmada başta kemik ve iskelet sistemi olmak üzere birçok önemli fonksiyona sahiptir. Kalsiyum ve fosfor metabolizmasında rol alarak, kalsiyum ve fosforun bağırsaklardan emilimini sağlar. D vitamini aynı zamanda parathormonun salınımını önler. Yine D vitamini birçok hastalık ve kanser türüne karşı koruyucu etkilere sahiptir. Genel olarak D vitamini yetersizliği metabolizmada kemik ve iskelet sistemi rahatsızlıkları olarak kendini gösterir. Özellikle insan ve hayvanların yavrularında gözlemlenen rikets ve onun erişkinlerdeki şekli olan osteomalasi D vitamini yetersizliğinde en sık görülen hastalıklardır. D vitamini yetersizliğinin en önemli sebepleri arasında güneş ışığına yeteri kadar maruz kalmama yer alır. D vitamininin fazla miktarlarda alınması da metabolizmada toksik etkiye yol açarak, dönüşümü olmayan problemlere sebebiyet verir.

**Anahtar kelimeler:** D vitamini, Metabolizma.

## Vitamin D and Its Importance for the Metabolism

**Abstract:** Vitamin D, accept as a steroid hormone, is an ergosterol (vit-D<sub>2</sub>) of plant and animal origin. It is classified as cholecalciferol (vit-D<sub>3</sub>) derived from 7-dehydrocholesterol in the skin. Vitamins D are also called as calciferols. Vitamins D<sub>2</sub> and D<sub>3</sub> are metabolised in the same way, and at first, they are converted to 25-(OH) D<sub>3</sub> in the liver, then they are migrated to kidney and converted to 1,25-(OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub> is an active form of vitamin D. Vitamin D has many functions in metabolism, particularly in osseous and skeletal system. By having a part in calcium and phosphor metabolisms, it enables them to be absorbed in the intestines. It has also protective effects against a number of diseases and cancer types. Hypovitaminosis D manifests itself generally as bone and skeletal system disorders in metabolism. The most frequently observed diseases related to hypovitaminosis D are mainly the rickets in children and osteomalacia in adults. Limited exposure to the sunlight is among the most important reasons lying behind hypovitaminosis D. Further, the excessive intake of vitamin D leads to toxic effects and irreversible problems in the metabolism.

**Key words:** Vitamin D, Metabolism.

## GİRİŞ

Vitaminler çeşitli biyokimyasal işlevler için gerekli olup organizma tarafından ya yetersiz sentezlenirler yada hiç sentezlenmezler, bu sebeple diyetle dışarıdan alınırlar. Genel olarak yeşil bitkiler bu besin maddelerinin ana kaynağıdır (Munzuroğlu ve ark., 2000). Vitaminler metabolizma için önemli fonksiyonlara sahiptirler. Pek çok vitamin metabolizmada görev yapan enzimlerin ve proteinlerin yapısına girerek biyolojik olayların düzenlenmesini sağlar. Örneğin; askorbik asit metabolizmada birçok tepkimede görev yapar. Bunlardan en önemlisi kollojenin sentezinde yer alan prolinin, hidrokspoline hidrosilasyonu gibi tepkimelerine katılmasıdır. Ayrıca norepinefrinden dopamin sentezinde görev alır (Padayatty ve ark., 2003). Tiamin, tiamin pirofosfat denilen koenzimin yapısında bulunur. Bu koenzim ise birçok enzimin kofaktörü olarak görev yapar (Park ve ark., 2003). A vitaminin görme olayında rolü oldukça büyüktür. D vitamini kalsiyum ve fosfat metabolizmasından sorumludur. Diyetle vitaminlerin yokluğu yada eksikliği birçok hastalığa sebep olmaktadır. (Munzuroğlu ve ark., 2000) Organizma bir vitamini yeteri kadar alamadığı takdirde bazı bozukluklar gözlemlenir. Yine fazla miktarda vitamin alınmasında metabolizmada problemlere yol açar (Fletcher ve ark., 2002). Vitamin eksikliği avitaminozis, minimum gereksinimin altında alınmasına ise hipovitaminozis olarak adlandırılır. Hipovitaminoziste genç hayvanlarda genel olarak organ, doku ve büyüme bozuklukları ile çevreye karşı ilgisizlik gözlemlenir. Enfeksiyonlara karşı direnç azalır. Yetişkinlerde ise aktivite ve verimde azalma, seksüel fonksiyonlarda gerileme olur. Vitaminler kolay parçalandıkları ve dışarıya atıldıkları için yüksek dozları vücut tarafından tolere edilebilir. Ancak A ve D vitaminleri çok fazla alındıklarında ağır bozukluklara hatta ölümlere neden olabilirler. Fazla vitaminden ileri gelen bu hastalık hali ise hipervitaminozis olarak adlandırılır (Ası, 1999).

Uzun yıllardan beri güneş ışığı vitamini olarak kabul edilen D vitamini, beyaz, kristal yapıda, oksidasyon ve ısıya karşı oldukça dayanıklıdır. Kemik

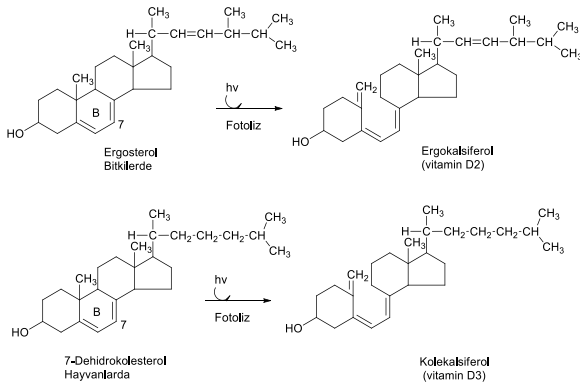
sağlığının korunmasında ve pek çok kronik hastalığın önlenmesinde önemli role sahiptir (Holick, 2005). Genel olarak D vitamini, ince bağırsaklardan kalsiyum emilimi ve bir hormon olarak kemik mineralizasyonu ve metabolizmasında, nöromusküler fonksiyonlarda ve kalsiyum fosfor dengesinin düzenlenmesinde önemli görevlere sahiptir (Kutsal ve ark., 2011). Bu sebeple de eksikliği metabolizma için oldukça önemlidir (Holick, 2005). D vitaminin en güçlü kaynağı ultraviyole B (UVB) ışınlarıdır. Ultraviyole ışınların deriyle temasının engellenmesi D vitamininin sentezini olumsuz etkiler. Günlük gereksinimin çok altında yada üzerinde alınması bazı bozukluklar meydana getirir. Hipovitaminoziste iskelet sisteminde anormallikler görülürken, hipervitaminoz durumunda özellikle kalpte ve böbreklerde arzu edilmeyen kalsifikasyonlarla, iştahsızlık, kilo kaybı, sindirim bozuklukları, kaslarda güçsüzlük ve sertlik, kardiyovasküler semptomlar gibi klinik pek çok belirti gözlemlenir.

## D Vitaminin Yapısı ve Fonksiyonu

D vitamini, hormon benzeri fonksiyonları olan bir grup steroldür. Yağda çözünen vitaminler grubunda incelenir. D vitaminleri kalsiferoller olarak adlandırılırlar. D vitamini etkisi gösteren on kadar farklı bileşik bilinmektedir. Bunlar arasında biyolojik ve kimyasal yönden en önemlileri kolekalsiferol (D<sub>3</sub> vitamini) ve ergokalsiferol (D<sub>2</sub> vitamini)'dür (Öngen ve ark., 2008). Kolekalsiferol ve ergokalsiferol benzer yolla metabolize edildikleri için D vitamini olarak ortak isimle anılırlar (Hatun ve ark., 2003; Göçoğlu, 2010). Kolekalsiferol (vit D<sub>3</sub>) 290-315 nm dalga boyundaki ultraviyole ışınların etkisiyle deride, 7-dehidrokolesterol'den yapılır ve bu endojen üretim D vitamininin temel kaynağıdır (Glerup ve ark., 2000; Holick, 2005). Kolekalsiferol doğal bir D vitamindir. Ergokalsiferol (D<sub>2</sub> vitamini) bitkisel kaynaklı olup en çok maya ve mantarlarda bulunan ergosterolün morötesi ışınlarla maruz kalmasıyla oluşur. Ancak doğada pek fazla bulunmaz. Daha çok süt ürünlerinin

güçlendirilmesi amacıyla kullanılır. D<sub>2</sub> vitamini karbon 22 (C22) ile karbon 24 (C24) arasında çift bağa sahip olması ve karbon 24'te (C24) metil grubu içermesiyle D<sub>3</sub> vitamininden ayrılır. Bu durum D<sub>2</sub> vitaminin biyolojik etkinliğinin D<sub>3</sub>'e göre 3-10 kat daha az olmasına yol açar (Armas ve ark., 2004; Bikle, 2007).

D vitamininin diğer vitaminlerden farklı yönleri vardır. Bunlar özetlenecek olursa ilk olarak; vücutta sentezlenebilirler, deri altında bulunan 7-dehidrokolesterol güneş yada UV ışık altında D<sub>3</sub> vitaminine dönüşür (Holick, 2005). Bitkisel yağlarda bulunan ergosterolde aynı şartlarda D<sub>2</sub> vitamini haline dönüşür. İkinci olarak; aktif şekilleri koenzim değildir. Bunlar genellikle DNA'ya etkiyerek bazı proteinlerin meydana gelmesiyle etkinlik gösterirler. D<sub>3</sub> vitamininin aktifliği yoktur fakat bundan aktif formlar meydana gelebilir. Etkin olan şekli 1,25 dihidroksikalsiferol'dür. Bu form genel olarak hormon benzeri işlevlere sahiptir (Glerup ve ark., 2000).



**Şekil 1.** Ergosterol ve 7-dehidrokolesterolün, ergokalsiferol ve kolekalsiferole çevrilmeleri (Üstdal ve ark., 2003).

**Figure 1.** The conversion of ergosterol and 7-dehydrocholesterol to ergocalciferol and cholecalciferol (Ustdal et al., 2003).

D vitamininin metabolizmadaki başlıca görevi intestinal kalsiyum ve fosfor emilimini sağlayarak parathormon ile birlikte organizmanın kalsiyum ve fosfor dengesini düzenlemektir. İnsanlar ve hayvanlar için kalsiyum oldukça önemlidir. Hayvan vücudunun %1.4-2.6 kadarını kalsiyum oluşturur. Bu kalsiyumunda % 99 gibi büyük bir kısmı hidroksiapatit

halinde bulunur. Gelişmekte olan hayvanlar, gebe hayvanlar ve süt veren hayvanlar bol miktarlarda kalsiyum almak ve kullanmak zorundadırlar. Kalsiyum gereksinimi metabolizmada parathormonun salgılanmasına sebep olur. Bu sebeple parathormon D vitamini metabolizmasının düzenlenmesinde oldukça önemli bir yer tutar (Hatun ve ark., 2003). D vitamini yokluğunda kalsiyum emilimi %10-15 düzeyinde iken D vitaminin varlığında bu oran %30-80 değerlerine kadar çıkmaktadır (Ataş ve ark., 2008). Dengeli bir beslenme için P (fosfor)'unda belli oranlarda alınması gerekmektedir. Bu oran insanlarda ve hayvanlarda farklılık gösterir. Genel olarak Ca/P oranı besinlerle alındığında 2/1-1/2 iken, tavuklarda bu oran 5/1-7/1 olarak bilinir (Ası, 1999).

D vitamininin aktif metaboliti olan, 1,25 dihidroksi vitamin D<sub>3</sub> (1,25(OH)<sub>2</sub>D)<sub>3</sub>'ün genel fonksiyonları arasında plazma kalsiyum düzeyini sürdürmek yer alır. 1,25 dihidroksi vitamin D<sub>3</sub> duodenumdan Ca, ileumdan ise P emilimini arttırmaktadır. Böbreklerdeki kalsiyum kaybını da önlemekte, kemik rezorpsiyonunu arttırmaktadır. 1,25 dihidroksi vitamin D<sub>3</sub> aynı zamanda parathormon sentezini azaltmakta, insülin yapımını da arttırmaktadır (Öngen ve ark., 2008). Yapılan farklı çalışmalarda, D vitamininin, ratlarda yeterli miktarda kalsiyum ve fosfor emilimi için oldukça önemli olduğu, kemik gelişiminde olumlu yönde etkilediği tesbit edilmiştir (Harrison ve ark., 1958; Baylink ve ark., 1970). Norman ve Wong, (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, D vitamini ve onun aktif metaboliti olan 1,25 dihidroksikolekalsiferol'ün tavuk ve ratlarda kemik gelişimi için oldukça önemli olduğu, vitamini belirli dozda alan hayvanlarda büyüme oranının arttığı ve kalsiyum emiliminin düzeldiği belirlenmiştir. Yine Spencer ve ark. (1978) tavuklarda aktif kalsiyum transportu için 1,25 dihidroksikolekalsiferol'ün gerekli olduğunu, 1,25 dihidroksikolekalsiferol yönünden zengin diyetle beslenen tavuklarda kalsiyum transportunun arttığını tesbit etmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada, D vitamini alımının bıldırcın ve tavuklarda seks hormonlarını önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir (Tanaka ve ark., 1976).

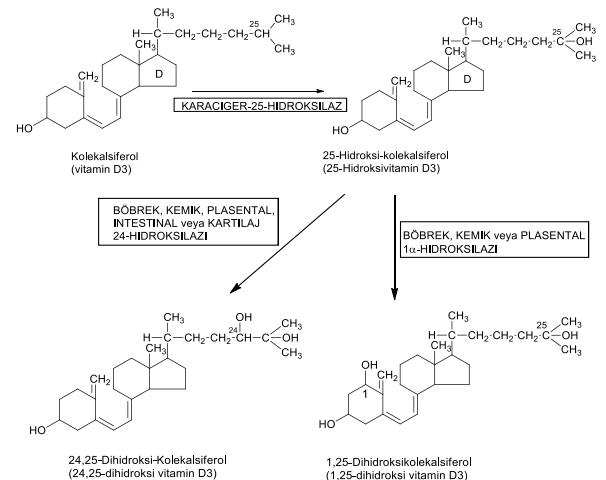
Tavuklarda ve kuşlarda D vitamini alımının yumurtlama kapasitesini arttırdığı ve yumurta verimini yükselttiği yapılan farklı çalışmalarda kanıtlanmıştır (Henry ve Norman, 1978; Mattila ve ark., 2004). Tavşanlar, ratlar ve kobaylar üzerine yapılan bir başka çalışmada ise her üç hayvan türünde de D vitamininin bağırsaklardan, aktif kalsiyum taşınması üzerine önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir (Schachter ve Rosen, 1959). Bu çalışmaların yanı sıra D vitamininin birçok kanser türüne karşı koruyucu rol oynadığı bildirilmiştir (Dadalı, 2010). Aynı zamanda hiperparatiroidizm, koroner arter hastalığı, tüberküloza karşıda koruyucu etkileri bilinmektedir (Wilkinson ve ark., 2000; Wang ve ark., 2008; Talapatra ve Tymms, 2010).

### D Vitaminin Metabolizması

D<sub>2</sub> vitamini ve D<sub>3</sub> vitamini bağırsaklardan emildikten sonra, D vitamini bağlayıcı proteinler vasıtasıyla dolaşıma geçer. D<sub>2</sub> ve D<sub>3</sub> vitaminlerinin metabolizması benzerdir. Yağda çözündükleri için yağ dokusunda, deri, karaciğer, bağırsak gibi birçok dokunun lipid bileşenlerinde yer alırlar (Gürdöl ve Ademoğlu, 2010). D<sub>2</sub> yada D<sub>3</sub> vitaminleri biyolojik olarak aktif değildirler. D vitamininin tüm şekilleri serumda D vitamini bağlayıcı proteine (DVBP) bağlanarak taşınır; sadece %1-3'ü serbest olarak bulunur (Özkan ve Döneray, 2011). Bağlayıcı proteinler ile karaciğere taşınan D vitamini karaciğerde 25-hidroksilaz enzimi (CYP27A1) aracılığıyla 25-hidroksi vitamin D'ye (25(OH)D) dönüştürülmektedir (Murray ve ark., 2004; Ongen ve ark., 2008). 25-hidroksilaz enzimi D vitamini sentezindeki en önemli enzim olup, 25-hidroksi vitamin D, vücudun D vitamin düzeyi hakkında en iyi bilgi veren parametresidir (Wilkinson ve ark., 2000; Holick, 2005; Özkan ve Döneray, 2011). 25-hidroksi vitamin D<sub>3</sub> dolaşımdaki D vitaminleri içerisinde en baskın olanıdır. Aynı zamanda 25-hidroksi vitamin D<sub>3</sub>, karaciğer, iskelet kası ve yağ dokusunda en fazla depolanan formdur. 25-hidroksi vitamin D'nin önemli bir bölümü enterohepatik dolaşıma katılır. Bu dolaşımda meydana gelebilecek bir aksama D vitamini

yetersizliğine neden olur (Üstdal ve ark., 2003). 25-hidroksi vitamin D<sub>3</sub> de kanda D vitamini bağlayıcı bir protein olan globuline bağlanır. Böbreklere taşınan 25-hidroksi vitamin D<sub>3</sub>, 1- $\alpha$ -hidroksilaz enzimi (CYP27B1) tarafından 1. karbonundan hidroksilasyonla aktif metaboliti 1,25 dihidroksi kolekalsiferol veya 24. karbonunun hidroksilasyonu ile inaktif metaboliti, 24,25-dihidroksi vitamin D<sub>3</sub>'ü oluşturur. 1,25-dihidroksi kolekalsiferol, 24-hidroksilaz aktivitesini uyarıp 1- $\alpha$ -hidroksilaz aktivitesini engelleyerek kendi sentezini kontrol eder (Üstdal ve ark., 2003; Gürdöl ve Ademoğlu, 2010).

Son zamanlarda 1-alfa hidroksilaz enziminin, böbrek dışında bağırsak, epidermis, makrofajlar, prostat, meme, pankreas ve paratiroid bezinde de bulunduğu belirlenmiş bu sebeple böbrek dışı dokularda da 25-OH-D düzeylerinin yeterli düzeylerde olmasının aktif D vitamini üretimi için gerekli olduğu vurgulanmıştır. (Mutlu ve Hatun, 2011).



**Şekil 2.** D<sub>3</sub> vitamininin metabolizması (Murray ve ark., 2004).

**Figure 2.** The metabolism of vitamin D<sub>3</sub> (Murray et al., 2004).

### D Vitaminin Kaynakları

Normal koşullarda D vitamininin %90-95 kadarı güneş ışınlarının etkisi ile sentez edilir. Morina balığının karaciğer yağı, D vitamini bakımından oldukça zengindir. Bununla beraber, diğer yağlı balık türleri (somon, uskumru, sardalya vb.), süt, yumurta sarısı, tereyağı, tatlı patates, yulaf, brokoli, maydanoz,

yoşun ve mantar gibi besinler yüksek miktarda D vitamini içerir. Ancak hiçbir gıda maddesi günlük D vitamini ihtiyacını karşılayacak oranda vitamin ihtiva etmez (Fletcher ve ark., 2002; Ataş ve ark., 2008). En önemli kaynak güneş ışınlarının etkisiyle sentezlenen D vitamini'dir (Glerup ve ark., 2000).

#### D Vitamini Yetersizliği

D vitamini doğada geniş olarak yayılım göstermemekle birlikte üç temel yol ile alınır. Birincisi; D vitamini ya besinlerden direkt olarak alınır yada besinlere D vitamini eklenerek zenginleştirilir öyle alınır. İkincisi, D vitamini ihtiva eden maddeler, öncül molekül halinde ultraviyole ışığa maruz bırakılarak D vitamin içeriği bakımından zenginleştirilirler. Son olarak, direkt olarak derinin güneş ışığına maruz bırakılmasıyla D vitamini eksikliği önenebilir (Gözükara, 2011).

Hayvanlar genellikle yedikleri yemin kuru maddesinin kilosu başına 100-500 IU D vitaminine ihtiyaç duyarlar. Gebe hayvanlarda ve yüksek verimli hayvanlarda D vitaminine çok daha fazla ihtiyaç olduğu halde yetişkinlerde gereksinim alt sınırdadır. D vitamini eksikliği metabolizmada çeşitli aksamalara sebep olur. Rikets ve osteomalasiye yol açan kemik demineralizasyonu bilinen en önemli eksiklik belirtileridir (Champe ve ark., 2007). Latince'de bükülme eğilme anlamlarına gelen rikets büyüyen organizmanın hastalığı olup, ileri yaşlarda osteomalasi olaya eşlik eder (Wharton ve Bishop, 2003). Bağırsaklardan Ca emilimi yetersiz olduğunda, parathormon düzeyi artmakta, bu hormonun etkisiyle 1-hidroksilaz enzimi aktive olmakta ve 1,25 dihidroksi vitamin D<sub>3</sub>, düzeyi yükselmektedir. Bu durumda D vitamininin kemiklerden Ca mobilize edici etkisi ortaya çıkmaktadır. Organizmada serum Ca düzeyi daha önemli olduğü için, kemiklerden Ca mobilize edilerek serumdaki Ca düzeyi normal değerinde tutulmaya çalışılır. Bu şekilde ortaya çıkan Ca yada D vitamini yetersizliği sonucunda kemiklerdeki mineralizasyon bozulur ve rikets gelişir (Hatun ve ark., 2003; Need, 2006). Rikets kemiğın kollojen matriks oluşumunun devam etmesi fakat mineralizasyonunu

tam olmaması, yumuşak, esnek kemik oluşumu şeklinde de açıklanabilir (Champe ve ark., 2007). Rikets'te görülen en önemli klinik bulgular huzursuzluk, kas tonusunda azalma, iskelet ağrıları, yürümede aksama ve problemler, ile büyümede gerilemedir (Öngen ve ark., 2008).

Osteomalasi ise erginlerde görülen, kemik hastalığıdır. Bu hastalıkta kemikler yumuşamış ve eğilip bükülecek hale gelmiş olup kalsiyum ve fosfat oranı değişmiştir. Kemik yapısına magnezyumun girişı artmıştır (Gözükara, 2011). Yine kemiklerde zayıflama ve kırık riskinin oldukça fazla olduğü bir hastalık olan osteoporozda, D vitamini ve Ca eksikliği neticesinde ortaya çıkar (Fletcher ve ark., 2002).

Rikets ve osteomalasi kedi ve köpeklerde de sıklıkla görülür. Kedi ve köpeklerde D vitamini eksikliği, temel kemik maddesinde kireçlenme bozukluğuna ve dolayısıyla kemiklerin direnç kaybına bükülebilecek kadar yumuşamalarına yol açar. Yavru kedi ve köpeklerde kemiklerin organik yapısı çok hızlı şekillendiği halde kemiğe sertlik veren kalsiyum ve fosfor birikimi gecikir. Bu sebeple kemikler kolayca kırılır ve deformasyon gözlenir. İleri derecede D vitamini yetersizliği olan kedi ve köpeklerde paratroid bezi büyümesi, sindirim sisteminde, yaygın kanamalar ve gözlerde görme bozuklukları ortaya çıkabilir.

Yapılan pek çok çalışmada D vitamini yetersizliğinde Tip I diabet, multipleskleroz, romatoid artrit, osteoartrit, Crohn hastalığı, çeşitli kardiyovasküler hastalıklarda artış gözlemlenmiş aynı zamanda pek çok kanser türünde de D vitamini yetersizliğine bağlı olarak artış tesbit edilmiştir (Mutlu ve Hatun, 2011). Vitamin D'den fakir diyet ile beslenen hayvanların diyetin ikinci ayında pankreatik insülin sekresyonunda azalma ve bu deney hayvanlarında glukoz intoleransının geliştiğinin gösterilmiş olması D vitamininin endokrin pankreas için gerekli olduğuna işaret etmiştir (İyidir ve Altınova, 2012). Norman ve ark. (1980) tarafından yapılan bir çalışmada D vitamini eksikliğinin, özellikle ratlarda pankreastaki endokrin fonksiyonları etkileyerek, insülin salınımını inhibe ettiği belirlenmiştir. Tip 1 diyabet için hayvan modeli olan NOD farelere yüksek

doz aktif D vitamini verilmesinden sonra insülitis ve diyabet gelişimini azaldığı belirlenmiştir. Streptozotosin ile diyabet geliştirilmiş farelerde 1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> kullanımı ile diyabet ilerlemesinin yavaşladığı gösterilmiştir (İyidir ve Altınova, 2012). Yine D vitamini yetersizliğinin, özellikle ratlarda üreme kapasitesini ve verimini olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir (Halloran ve Deluca, 1980).

#### D Vitamini Fazlalığı

Yüksek miktarlarda D vitamini alınması toksik etki gösterir. Özellikle serumda kalsiyum ve fosfat düzeyi yükselir. Bu ise kalsiyumun böbreklerde ve kan damarlarında birikmesine sebebiyet verir. Kaslarda zayıflık, gastrointestinal bozukluklar, böbreğin görevini tam olarak yerine getirememesi gibi problemler gözlemlenir (Ası, 1999). Fazlalık durumu eklemelerde ve yumuşak dokularda kireçlenmeye neden olur.

#### SONUÇ

Bitkisel kökenli ergosterol (vit-D<sub>2</sub>) ve hayvansal kökenli olup deride 7-dehidrokolesterolden türeyen kolekalsiferol (vit-D<sub>3</sub>) olarak incelenen, steroid bir hormon olarak kabul edilen D vitamini, kalsiyum ve fosfor metabolizmasında görev alması, kemik mineralizasyonunu sağlaması ve koruması, parathormon salınımını önlemesi gibi hayati fonksiyonlarının yanı sıra, pek çok hastalık ve kanser türüne karşı da koruyucu etkilerinin belirlenmesi sebebiyle insan ve hayvanlar için büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple, D vitamini üzerine yapılan çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır.

#### KAYNAKLAR

Armas LA., Hollis BW., Heaney RP., 2004. Vitamin D<sub>2</sub> is much less effective than vitamin D<sub>3</sub> in humans. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 89, 5387-5391.

Ası T., 1999. Tablolarla Biyokimya I-II, Nobel Tıp Kitabevi, Ankara.

Ataş A., Çakmak A., Soran M., 2008. D Vitamin

Metabolizması ve Rikets Hastalığı. *Bakırköy Tıp Dergisi*, 4, 1-7.

Baylink D., Stauffer M., Wergedal J., Rich C., 1970. Formation mineralization and resorption of bone in vitamin D deficient rats. *The Journal of Clinical Investigation*, 49, 1122-1134.

Bikle DD., 2007. What's new in vitamin-D: 2006-2007. *Current Opinion Rheumatology*, 19, 383-388.

Champe PC., Harvey RA., Ferrier DR., 2007. Lippincotts Illustrated Reviews; Biyokimya, Nobel Tıp Kitapevleri.

Dadalı M., 2010. The significance of Vit- D, Lycopene and dietary fat in the prevention of prostate cancer. *Türk Urology Seminars*, 1,177-182.

Fletcher RH., Kathleen M., Fairfield MD., 2002. Vitamins for chronic disease prevention in adults. *The Journal of the American Medical Association*, 287, 3127-3129.

Glerup H., Mikkelsen K., Poulsen L., Hass E., Overbeck S., Thomsen J., Charles P., Eriksen F., 2000. Commonly recommended daily intake of vitamin D is not sufficient if sunlight exposure is limited. *Journal of Internal Medicine*, 247, 260-268.

Göçoğlu ŞE., 2010. Vitaminler ve Diş Gelişimine Etkileri. Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı. Bitirme Tezi İzmir.

Gözükara EM., 2011. Biyokimya. Beşinci Baskı, Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul.

Gürdöl F., Ademoğlu E., 2010. Biyokimya. İkinci baskı. Nobel Tıp Kitapevleri Ltd. Şti.

Halloran BP., Deluca HF., 1980. Effect of vitamin D deficiency of fertility and reproductive capacity in the female rat. *Journal of Nutrition*, 110, 1573-1580.

Harrison HC., Harrison HE., Park EA., 1958. Effect of vitamin D in rats fed diets adequate in both calcium and phosphorus. *American Journal of Physiology*, 192, 432-436.

Hatun Ş., Bereket A., Çalikoğlu AS., Özkan B., 2003. Günümüzde D vitamini yetersizliği ve rikets. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*,46, 224-241.

Henry HL., Norman AW., 1978. Vitamin D: two dihydroxylated metabolites are required for normal chicken egg hatchability. *Science*, 201,

- 835-837.
- Holick MF., 2005. The vitamin D epidemic and its health consequences. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 22, 2739-2747.
- İyidir ÖT., Altınova AE., 2012. Vitamin D ve diabetes mellitus. *Türkiye Endokrinoloji Metabolizma Dergisi*, 16, 89-94.
- Kutsal GY., Özgüçlü E., Karahan S., 2011. Postmenapozal Osteoporotik Kadınlarda Giyim Tercihlerinin D vitamini ve Kemik Mineral Dansiteleri Üzerine Etkisi. *Türk Osteoporoz Dergisi*, 17, 85-88.
- Mattila P., Valaja J., Rossow L., Venalainen E., Tupasela, T., 2004. Effect of vitamin D<sub>2</sub> and D<sub>3</sub> enriched diets on egg vitamin D content production and bird condition during an entire production Period. *Poultry Science*, 83, 433-440.
- Munzuroğlu Ö., Karataş F., Gür N., 2000. Işgın (Rheum ribes L.) bitkisindeki A, E ve C vitaminleri ile selenyum düzeylerinin araştırılması. *Türkiye Biyoloji Dergisi*, 24, 397-404.
- Murray RK., Granner DK., Mayes PA., Rodwell VW., 2004. *Harper Biyokimya. Nobel Tıp Kitabevleri*, 25. Baskı.
- Mutlu YG., Hatun Ş., 2011. Perinatal D vitamini Yetersizliği. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 54, 87-98.
- Need AG., 2006. Bone resorption markers in vitamin D in sufficiency. *Clinica Chimica Acta*, 368, 48-52.
- Norman AW., Frankel JB., Heldt AM., Grodsky GM., 1980. Vitamin D deficiency inhibits pancreatic secretion of insulin. *Science*, 209, 823-825.
- Norman AW., Wong RG., 2011. Biological activity of the vitamin D metabolite 1,25 Dihydroxycholecalciferol in chickens and rats. *Journal Nutrition*, 102, 1709-1718.
- Öngen B., Kabaroglu C., Parıldar Z., 2008. D vitamininin biokimyasal ve laboratuvar değerlendirmesi. *Türk Klinik Biyokimya Dergisi*, 6, 23-31.
- Özkan B., Döneray H., 2011. D vitamininin iskelet sistemi dışı etkileri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 54, 99-119.
- Padayatty SJ., Katz A., Wang Y., Eck P., Kwon O., Lee JH., Chen S., Corpe C., Dutta A., Dutta KS., Facn MD., Levine M., 2003. Vitamin C as an antioxidant: Evaluation of its role in disease prevention. *Journal of the American College of Nutrition*, 22, 18-35.
- Park JH., Dorrestein PC., Zhai H., Kinsland C., Mclafferty FW., Begley TP., 2003. Biosynthesis of the Thiazole Moiety of Thiamin Pyrophosphate. *Biochemistry*, 42, 12430-12438.
- Schachter D., Rosen SM., 1959. Active transport of Ca<sup>45</sup> by the small intestine and its dependence on vitamin D. *American Journal of Physiology*, 196, 357-362.
- Spencer R., Charman M., Wilson PW., Lawson EM., 1978. The relationship between vitamin D-stimulated calcium transport and intestinal calcium binding protein in the chicken. *Journal Biochemistry*, 170, 93-101.
- Talapatra I., Tymms DJ., 2010. A case of proximal myopathy resulting from multiple causes. *European Journal of General Medicine*, 7, 429-432.
- Tanaka Y., Castillo L., Deluca HF., 1976. Control of renal vitamin D hydroxylases in birds by sex hormones. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 708, 2701-2705.
- Üstdal M., Karaca L., Türköz Y., Testereci H., Kuş S., Paşaoğlu H., 2003. *Biyokimya. Medipres Matbaacılık Ltd. Şti. Malatya*.
- Wang T., Pencia MJ., Booth SL., Jacques PF., Ingelson E., Lanier BS., Benjamin EJ., Agustino BD., Wolf M., Vasan S., 2008. Vitamin D deficiency and risk of cardiovascular disease. *Circulation*, 117, 503-511.
- Wharton B., Bishop N., 2003. Ricets. *The Lancet*, 362, 1389-1400.
- Wilkinson RJ., Llewelyn M., Toossi Z., Patel P., Pasvol G., Lalvani A., Wright D., 2000. Influence of vitamin D deficiency and vitamin D receptor polymorphisms on tuberculosis among Gujarati Asians in west London: a case-control study. *The Lancet*, 355, 618-621.