

# Bone Protein Hydrolyzing Enzyme ile Kemik Protein Hidrolizi: Kolajen Peptitleri ve Kemik Kaynaklı Protein Fraksiyonları İçin B2B Teknik Rehber

Enzymes.bio Araştırma Ekibi · Wellington, Yeni Zelanda · June 21, 2026

**Bone Protein Hydrolyzing Enzyme, kemik kaynaklı proteinlerin daha kısa peptit ve amino asit fraksiyonlarına dönüştürülmesine yardımcı olan protein hidrolizi odaklı bir proses enzimidir.** Başlıca uygulaması; kemik, balık kemiği, kanatlı kemiği veya diğer hayvansal kemik yan ürünlerinden daha işlenebilir protein hidrolizatları, kolajen peptit fraksiyonları ve mineral-protein bileşenleri elde etmeye yönelik endüstriyel proseslerdir. Enzymes.bio bu ürünü 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan satış modeliyle tedarik eder; CoA ve SDS siparişe birlikte sağlar.

## Kemik Protein Hidrolizi Neden Teknik Olarak Önemlidir?

Kemik, yalnızca mineral yapıdan oluşan inert bir yan ürün değildir; kolajen ağırlıklı organik protein matriksi, mineral faz ve hammaddeye bağlı değişebilen yağlı bileşenlerin birlikte bulunduğu karmaşık bir biyolojik materyaldir. Bu nedenle kemik protein hidrolizi, basit bir “proteini çözündürme” işlemi değil; mineralize yapı içinde gömülü veya erişimi sınırlı proteinlerin kontrollü şekilde daha küçük peptitlere dönüştürülmesi sürecidir. Balık yan ürünlerinden fonksiyonel protein ve peptit üretimini inceleyen güncel derlemeler, balık işleme yan ürünlerinin yalnızca atık değil, protein ve peptit üretimi için değerlendirilebilir kaynaklar olduğunu göstermektedir <sup>[1]</sup>.

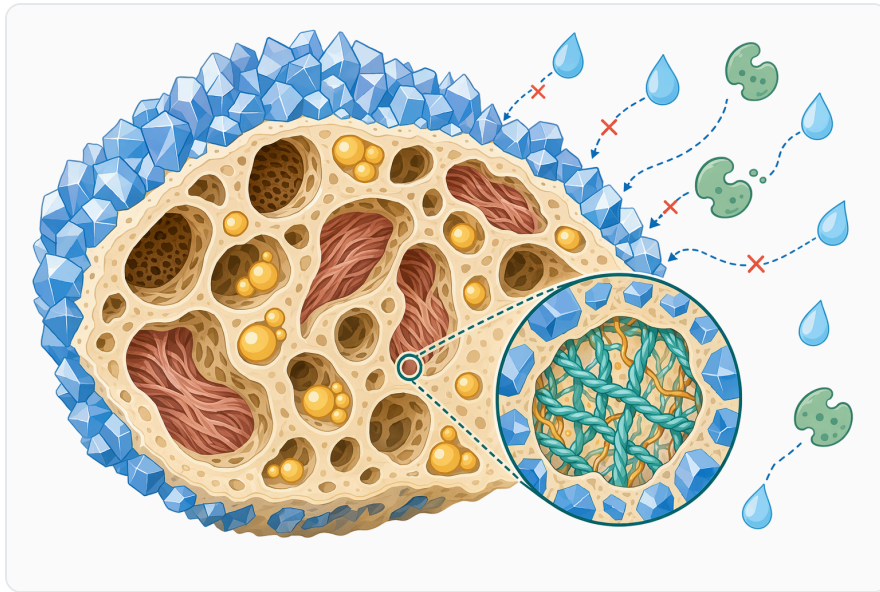
Bone Protein Hydrolyzing Enzyme'in endüstriyel değeri, kemik yan ürünlerini daha yönetilebilir bir protein fraksiyonuna dönüştürme hedefinden gelir. Öğütülmüş, hidratlanmış ve proses koşulları hazırlanmış kemik materyalinde enzim, protein zincirlerindeki peptit bağlarının parçalanmasına katkı sağlar; böylece yüksek moleküler ağırlıklı protein yapıları daha kısa, su fazında taşınabilir ve downstream işlemlere daha uygun peptit fraksiyonlarına ayrılır. Knife fish kemiğinin enzim hidroliziyle balık proteini ve mineral tozu üretiminde hammadde olarak kullanılması, kemik bazlı materyallerin enzimatik işleme değerli bileşenlere dönüştürülebileceğini gösteren pratik bir örnektir <sup>[2]</sup>.

Bu uygulama, gıda işleme, yem, pet food, savoury ingredient, protein hidrolizatı ve yan ürün değerlendirme alanlarında teknik olarak anlamlıdır. Bununla birlikte “kemik proteini” ifadesi tıbbi kemik rejenerasyonu proteinleriyle karıştırılmamalıdır: Bone Protein Hydrolyzing Enzyme, kemik morfojenetik proteinleri veya klinik rekombinant büyüme faktörleri gibi terapötik proteinlerle aynı kategoriye girmez. Rekombinant insan bone morphogenetic protein kullanımı gibi klinik konular cerrahi ve rejeneratif tıp bağlamında değerlendirilir; burada ele alınan ürün ise endüstriyel protein hidrolizi için kullanılan bir proses enzimidir [3].

## Bone Protein Hydrolyzing Enzyme Nedir?

Bone Protein Hydrolyzing Enzyme, kemik kaynaklı proteinlerin kontrollü hidrolizi için kullanılan protein hidrolizi odaklı bir enzim ürünüdür. Uygulama bağlamı; kemik, kıkırdak ve bağ dokusu içeren hammaddelerdeki protein fraksiyonlarının daha kısa peptitlere ayrılmasıdır. Enzymes.bio bir üretici veya laboratuvar değildir; çevrim içi B2B enzim tedarikçisi olarak ürünü 1 kg birimler halinde doğrudan satın almaya uygun şekilde sunar ve siparişle birlikte CoA ile SDS sağlar.

Teknik açıdan ürün, kemik matriksindeki proteinlerin daha küçük peptit fraksiyonlarına dönüştürülmesine yardımcı olan bir biyokatalitik işlem bileşeni olarak düşünülmelidir. Enzim, tek başına hammadde kompozisyonunu standart hale getirmez; hammadde türü, mineral yoğunluğu, yağ içeriği, partikül boyutu, karıştırma, sıcaklık-pH yönetimi ve sonraki ayırma adımları nihai hidrolizat profilini belirler. Koyun kemiği protein hidrolizatından kalsiyum bağlayıcı bir peptidin izole edilmesi ve yapısının tanımlanması, kemik protein hidrolizatlarının bileşimsel olarak incelenebilir ve belirli peptit fraksiyonları açısından araştırılabilir materyaller olduğunu göstermektedir [4].



**Figure 1.** 동물 뼈는 무기질과 지방이 콜라겐이 풍부한 단백질에 대한 효소의 접근을 제한할 수 있는 복합 기질이다.

Bu nedenle Bone Protein Hydrolyzing Enzyme'ı "nihai ürün" değil, proses içinde görev yapan bir araç olarak konumlandırmak daha doğrudur. Enzimatik hidroliz, protein zincirini kontrollü biçimde kısaltmayı hedefler; ancak hidrolizatın tat, çözünürlük, moleküler dağılım, kül/mineral içeriği ve fonksiyonel özellikleri proses bütününe bağlıdır. Tavuk kemiği proteinlerinden antioksidan peptit hazırlanmasına ilişkin çalışma, peptitlerin bileşimsel özelliklerinin antioksidan aktivite üzerinde etkili olabileceğini vurgulayarak hammadde ve proses profilinin önemini destekler [5].

## Mekanizma: Kemik Proteinleri Nasıl Peptitlere Ayrılır?

Protein hidrolizinin temel mekanizması, protein zincirindeki peptit bağlarının su katılımıyla kırılmasıdır. Bone Protein Hydrolyzing Enzyme, kemik kaynaklı proteinlerin erişilebilir bölgelerinde bu kırılmayı hızlandıran bir biyokatalizör olarak çalışır. Büyük protein zincirleri daha kısa peptitlere ayrıldığında moleküler boyut düşer, su fazına geçiş artabilir ve sıvı-katı ayrımı, konsantrasyon veya kurutma gibi sonraki adımlar daha yönetilebilir hale gelebilir. Tilapia kemiği jelatininin fosforik asit ve papain enzimiyle hidroliz edilerek karakterize edilmesi, kemik kaynaklı jelatin/protein fraksiyonlarının enzim destekli işleme özelliklerinin değiştirilebildiğini gösteren bir örnektir [6].

Kemik dokusunu bitkisel protein, süt proteini veya çözünür et proteini gibi daha kolay erişilebilir protein kaynaklarından ayıran ana unsur mineral-protein mimarisi. Kolajen lifleri ve diğer proteinler mineral fazla birlikte yerleştiği için enzimin substrata fiziksel erişimi sınırlanabilir. Bu nedenle öğütme, suyla temasın artırılması, uygun karıştırma ve hammaddeye göre yağın azaltılması hidrolizin etkinliğini etkiler. Koyun kemiği proteinlerinin enzimatik lizatlarında hidroliz koşulları ile biyolojik yanıtların birlikte incelenmiş olması, reaksiyon koşullarının yalnızca verim değil, hidrolizatın özellikleri açısından da belirleyici olabileceğini gösterir [7].

Hidroliz ilerledikçe üç teknik değişim beklenir. Birincisi, protein zincir uzunluğu azalır ve peptit fraksiyonları oluşur. İkincisi, hammaddeye bağlı olarak çözünür protein/peptit miktarı artabilir. Üçüncüsü, downstream ayırmada sıvı faz içinde taşınabilen organik fraksiyon daha belirgin hale gelebilir. Eel kemiği kolajeninden ACE inhibitör peptitlerin hazırlanması ve tanımlanması üzerine çalışma, kemik kolajeni gibi kaynaklardan belirli peptit dizilerinin elde edilebileceğini gösterir; ancak bu tür biyolojik aktivite bulguları ürünün otomatik olarak aynı sağlık etkilerini sağlayacağı anlamına gelmez [8].

## Hammadde Gerçekliği: Kemik, Kolajen, Mineral ve Yağ Birlikte Yönetilir

Kemik protein hidrolizi tasarlanırken hammaddeyi tek fazlı bir protein kaynağı gibi değerlendirmek yanıltıcı olur. Kemikte mineral faz, kolajen ağı, yağ kalıntıları ve diğer organik bileşenler birlikte bulunur. Bu yapı, enzimin proteinlere ulaşmasını ve hidroliz ürünlerinin sıvı faza geçmesini etkiler. Balık kemiği

gibi yan ürünlerin enzim hidroliziyle protein ve mineral tozuna dönüştürülmesi, prosesin protein ve mineral bileşenlerini birlikte ele almak zorunda olduğunu ortaya koyar [2].

Kolajen açısından zengin kemik materyalinde hidroliz sonucu yalnızca tek tip peptit oluşmaz. Farklı zincir uzunluklarına sahip peptitler, kısmen hidrolize olmuş protein parçaları ve serbest amino asit fraksiyonları birlikte bulunabilir. Bu dağılım; hammadde türüne, ön işlem yoğunluğuna, reaksiyon süresine ve prosesin durdurulduğu noktaya göre değişir. Balık işleme yan ürünlerinden fonksiyonel protein veya peptit üretimini ele alan derleme, endüstriyel uygulamalarda yan ürün kaynağı, proses ve hedef ürün arasındaki ilişkinin belirleyici olduğunu vurgular [1].

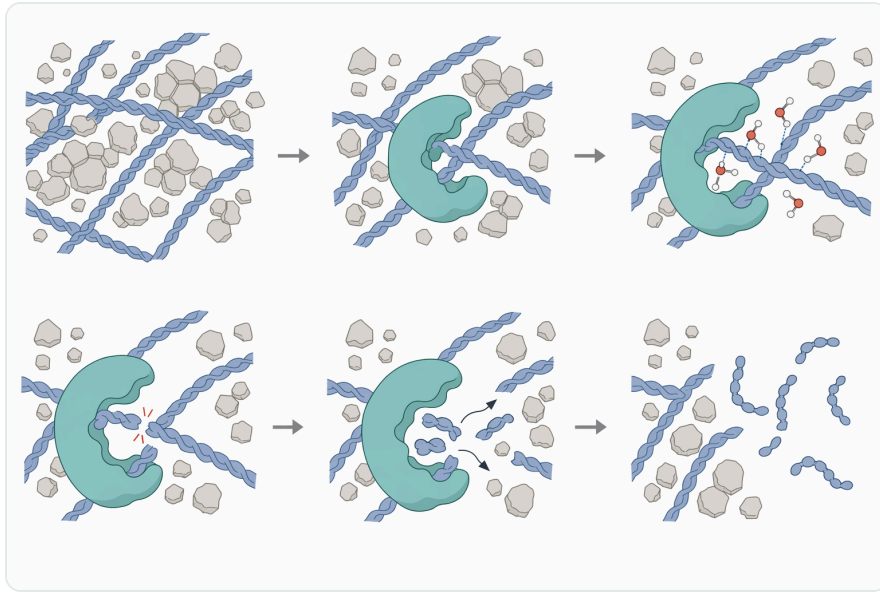


Figure 2. 프로테아제 가수분해는 뼈와 결합된 단백질의 펩타이드 결합을 절단하여 큰 콜라겐 구조를 더 짧고 용해성인 펩타이드로 분해한다.

Yağ içeriği de önemlidir. Yağ fazı yüksek olduğunda karışımın reolojisi, enzimin su fazındaki hareketi, yüzey teması ve sonraki ayırma adımları etkilenebilir. Kemik protein hidrolizi uygulamalarında yağın tamamen ihmal edilmesi, hidrolizatın kalitesinde ve proses stabilitesinde değişkenlik yaratabilir. Tavuk kemiği proteinlerinden hazırlanan peptitlerin kompozisyon özellikleri ile antioksidan aktivite ilişkisini inceleyen çalışma, nihai peptit fonksiyonunun yalnızca “hidroliz oldu/olmadı” ayırımına indirgenemeyeceğini gösterir [5].

## Kemik Protein Hidrolizinde Tipik Proses Mantığı

Endüstriyel ölçekte Bone Protein Hydrolyzing Enzyme, genellikle hazırlık, reaksiyon ve ayırma aşamalarından oluşan bir akış içinde kullanılır. İlk adımda kemik materyali uygun parçacık boyutuna getirilir; bu, yüzey alanını artırarak enzimin protein fraksiyonlarına erişimini kolaylaştırır. Ardından

hammadde su fazında karıştırılır ve proses hedeflerine göre kontrol edilen koşullarda hidroliz reaksiyonu yürütülür. Tilapia kemiği jelatini üzerinde yapılan hidroliz çalışması, kemik kaynaklı proteinlerin işlem koşullarına bağlı olarak ölçülebilir özellik değişimleri gösterebildiğini destekler [6].

Reaksiyon aşamasında amaç, kemik proteinlerini tamamen rastgele parçalamak değil, hedeflenen ürün profiline uygun bir hidroliz derecesine ulaşmaktır. Daha ileri hidroliz, daha küçük peptit ve amino asit fraksiyonlarını artırabilir; ancak tat profili, mineral oranı, filtrasyon davranışı ve kurutma performansı gibi parametreler de değişebilir. Koyun kemiği protein enzimatik lizatları üzerine çalışma, hidroliz koşullarının elde edilen lizatların fonksiyonel değerlendirilmesiyle birlikte ele alınması gerektiğini gösteren erken örneklerden biridir [7].

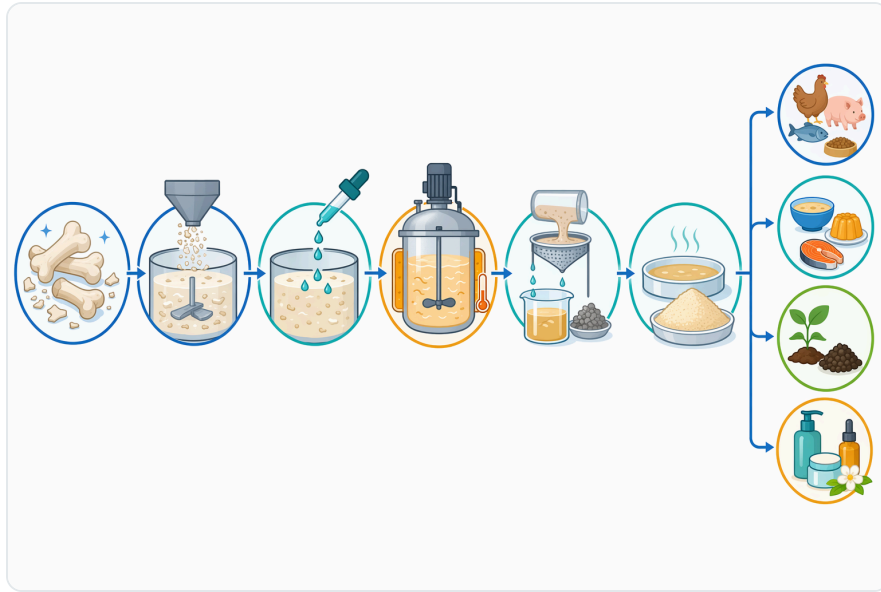
Hidroliz tamamlandığında proses genellikle enzimatik reaksiyonun durdurulması, katı kalıntıların ayrılması, yağ fazının yönetilmesi, sıvı hidrolizatın konsantre edilmesi veya kurutulması gibi downstream adımlarla devam eder. Bu aşamada hidrolizatın nihai kullanımı belirleyicidir: sıvı aroma bazı, kurutulmuş protein hidrolizatı, pet food palatant bileşeni veya mineral-protein fraksiyonu gibi farklı hedefler farklı proses ayarları gerektirebilir. Knife fish kemiğinin enzim hidroliziyle protein ve mineral tozu üretimine konu olması, kemik hidrolizinin tek bir nihai ürün yerine farklı fraksiyon hedefleriyle yürütülebileceğini gösterir [2].

## **Bone Protein Hydrolyzing Enzyme'in Çözdüğü Pratik Sorunlar**

---

### **Düşük Değerli Kemik Yan Ürünlerinin Daha İşlenebilir Fraksiyonlara Dönüşmesi**

Et, balık ve kanatlı işleme zincirlerinde kemik yan ürünleri büyük hacimde ortaya çıkar. Bu materyallerin yalnızca düşük değerli atık veya sınırlı kullanım alanı olan yan ürün olarak kalması, hem ekonomik hem de sürdürülebilirlik açısından kayıp yaratır. Enzimatik hidroliz, protein fraksiyonlarını su fazına taşınabilir peptitlere dönüştürerek kemik bazlı hammaddelerin daha farklı ürün gruplarında değerlendirilmesini mümkün kılabilir. Balık yan ürünlerinden protein ve peptit eldesi üzerine derleme, bu tür hammaddelerin endüstriyel uygulamalar için daha yüksek katma değerli bileşenlere dönüştürülebileceğini belirtir [1].



**Figure 3.** 입자 크기 축소, 가열 조절, 탈지, 선택적 탈회와 같은 기질 전처리 단계는 뼈 단백질이 프로테아제 작용을 더 잘 받을 수 있도록 접근성을 높인다.

### Kolajen Ağırlıklı Proteinlerin Parçalanması

Kemik ve bağ dokusu kolajen açısından zengindir; kolajen ise doğal yapısı gereği dayanıklı, lifsi ve çözünürlüğü sınırlı bir proteindir. Bone Protein Hydrolyzing Enzyme'in başlıca teknik rolü, bu yapısal proteinlerin daha kısa peptitlere ayrılmasına yardımcı olmaktır. Eel kemiği kolajeninden biyoaktif olarak incelenen peptitlerin hazırlanması, kolajen kökenli kemik proteinlerinin enzimatik işleme tanımlanabilir peptit fraksiyonlarına dönüştürülebileceğini göstermektedir [8].

### Çözünürlük ve Ayırma Davranışının İyileşmesi

Büyük ve çözünürlüğü düşük proteinler, prosesin sonraki adımlarında filtrasyon, santrifüj, konsantrasyon ve kurutma sırasında değişkenlik yaratabilir. Hidroliz, bu proteinleri daha küçük fraksiyonlara ayırarak sıvı fazdaki taşınabilirliği artırabilir. Ancak bu sonuç hammaddeye ve proses koşullarına bağlıdır; aşırı hidroliz her zaman daha iyi ürün anlamına gelmez. Tavuk kemiği proteinlerinden hazırlanan antioksidan peptitlerin kompozisyon özellikleriyle aktivite ilişkisi, peptit profilinin hedef uygulamaya göre önem taşıdığını gösterir [5].

### Mineral-Protein Birlikteliğinin Değerlendirilmesi

Kemik hidrolizatlarında protein ve mineral fraksiyonları birbirinden tamamen bağımsız düşünülmemelidir. Bazı uygulamalarda mineral içeriği azaltılmak istenirken, bazı ürünlerde mineral-protein birlikteliği hedeflenebilir. Koyun kemiği protein hidrolizatından kalsiyum bağlayıcı peptit izolasyonu, kemik protein hidrolizatlarının mineral etkileşimleri açısından araştırmaya açık olduğunu göstermektedir [4].

## Enzimatik Hidroliz ile Alternatif Yaklaşımların Karşılaştırılması

Aşağıdaki tablo, Bone Protein Hydrolyzing Enzyme'in kullanıldığı enzimatik hidroliz yaklaşımını diğer genel kemik işleme yaklaşımlarıyla teknik olarak karşılaştırır. Tablo, belirli bir üretim reçetesi veya analiz yöntemi değil, proses tasarımı açısından kavramsal bir karşılaştırma sunar.

Yaklaşım	Temel hedef	Teknik avantaj	Sınırlama	Tipik kullanım bağlamı
Enzimatik kemik protein hidrolizi	Proteinleri daha kısa peptit fraksiyonlarına dönüştürmek	Kontrollü reaksiyon mantığı, peptit profili üzerinde prosesle yönlendirme imkânı	Hammadde erişilebilirliği, yağ/mineral matriksi ve koşullar sonucu etkiler	Protein hidrolizatı, kolajen peptit fraksiyonu, yem ve pet food bileşenleri
Termal işlem ağırlıklı yaklaşım	Sert dokuyu parçalamak ve organik fraksiyonu ayırtmak	Mineralize ve bağ dokulu hammaddelerde güçlü fiziksel dönüşüm	Isı yükü, tat ve fonksiyonel özelliklerde değişim riski	Rendering, broth benzeri fraksiyonlar, ön işlem
Asit/alkali destekli işlem	Protein-mineral etkileşimini kimyasal olarak değiştirmek	Deminerlizasyon veya jelatin üretimi gibi hedeflerde etkili olabilir	Nötralizasyon, tuz yükü ve proses kontrolü gerektirir	Jelatin, mineral ayırımı, özel ekstraksiyon akışları
Mekanik öğütme ve separasyon	Yüzey alanını artırmak ve fraksiyonları fiziksel ayırmak	Enzim erişimini ve karışım homojenliğini destekler	Protein bağlarını tek başına kontrollü biçimde kesmez	Enzimatik veya termal proses ön hazırlığı

Enzimatik yaklaşımın ayırt edici tarafı, protein zincirinin biyokatalitik olarak parçalanmasıdır. Bu, özellikle peptit profili ve protein çözünürlüğü üzerinde proses parametreleriyle yönlendirme yapılmak istendiğinde önemlidir. Tilapia kemik jelatini üzerinde asit ve papain enzimi kullanılarak yapılan çalışma, kemik kaynaklı protein fraksiyonlarının hem kimyasal hem enzimatik işlem kombinasyonlarıyla hedeflenen özelliklere göre değiştirilebildiğini gösterir <sup>[6]</sup>.

Bununla birlikte enzimatik hidroliz, mekanik hazırlığın veya downstream ayırımın yerini almaz. Kemik materyali büyük partiküller halinde kaldığında veya proteinler mineral/yağ bariyerleri içinde erişilemez olduğunda enzimden beklenen etki sınırlanabilir. Balık kemiği kaynaklı protein ve mineral tozu üretimi üzerine çalışma, kemik bazlı hidroliz proseslerinin protein ve mineral fraksiyonlarını birlikte dikkate alan bütüncül bir proses yaklaşımı gerektirdiğini destekler <sup>[2]</sup>.



Figure 4. 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제 환경은 서로 다른 기질 개방, 용해화 거동, 펩타이드 프로파일을 만들어낼 수 있다.

## Uygulama Alanları: Hangi Ürün Hedefleri İçin Kullanılır?

Bone Protein Hydrolyzing Enzyme'in başlıca kullanım alanı kemik protein hidrolizatlarıdır. Bu hidrolizatlar, mevzuata ve proses doğrulamasına bağlı olarak yem, pet food, savoury bileşenler, protein bazlı ara ürünler veya araştırma ve ürün geliştirme amaçlı peptit fraksiyonları için değerlendirilebilir. Balık yan ürünlerinden elde edilen fonksiyonel protein ve peptitlerin endüstriyel uygulamalarını inceleyen derleme, bu tür hidrolizatların gıda, beslenme ve diğer uygulama alanlarında ilgi gördüğünü ortaya koymaktadır [1].

Pet food ve yem uygulamalarında hidrolizatlar genellikle sindirilebilirlik, palatabilite ve protein fraksiyonunun daha homojen işlenebilirliği açısından değerlendirilir. Ancak bu tür ifadeler, nihai ürünün türüne, hedef hayvana ve yerel yem mevzuatına göre doğrulanmalıdır. Tavuk kemiği proteinlerinden elde edilen peptitlerin antioksidan özellikleri üzerine çalışma, kemik proteinlerinin yalnızca ham protein kaynağı değil, peptit profili açısından da incelenebilen bir hammadde olduğunu gösterir [5].

Savoury ingredient ve aroma bazlarında hidroliz, protein fraksiyonlarını daha küçük peptitlere ve amino asit bileşenlerine ayırarak tat oluşumuna katkı sağlayabilecek ara bileşenler üretmek için kullanılır. Bu alanda hidroliz derecesi hassastır; fazla hidroliz acılık veya istenmeyen tat profilleri yaratabilirken yetersiz hidroliz çözünürlük ve ekstrakt verimini sınırlayabilir. Koyun kemiği protein lizatlarının hidroliz koşullarıyla birlikte incelenmesi, proses koşullarının son ürün özellikleriyle bağlantılı değerlendirilmesi gerektiğini destekler [7].

Kolajen peptit fraksiyonları da önemli bir uygulama başlığıdır. Kemik ve bağ dokusu kaynaklı kolajen, uygun prosesle daha kısa peptitlere dönüştürülebilir. Eel kemiği kolajeninden hazırlanan ve tanımlanan peptitler üzerine çalışma, kemik kolajeninin peptit üretimi için kullanılabilecek bir kaynak olduğunu gösterir; bunun ticari ürüne aktarılması ise hammadde standardizasyonu, proses doğrulaması ve mevzuat uygunluğuna bağlıdır [8].

## Bilimsel Kanıtlar Ne Söylüyor, Ne Söylemiyor?

Bilimsel literatürün güçlü tarafı, kemik kaynaklı proteinlerin enzimatik hidrolizle peptit fraksiyonlarına dönüştürülebileceğini göstermesidir. Farklı türlerden kemik materyalleriyle yapılan çalışmalar; balık kemiği, koyun kemiği, eel kemiği kolajeni ve tavuk kemiği proteinleri gibi kaynakların hidrolizat ve peptit üretimi için incelenebildiğini ortaya koymaktadır. Knife fish kemiğinden enzim hidroliziyle protein ve mineral tozu üretimi bu genel kanıt çizgisini destekleyen uygulamalı örneklerden biridir [2].

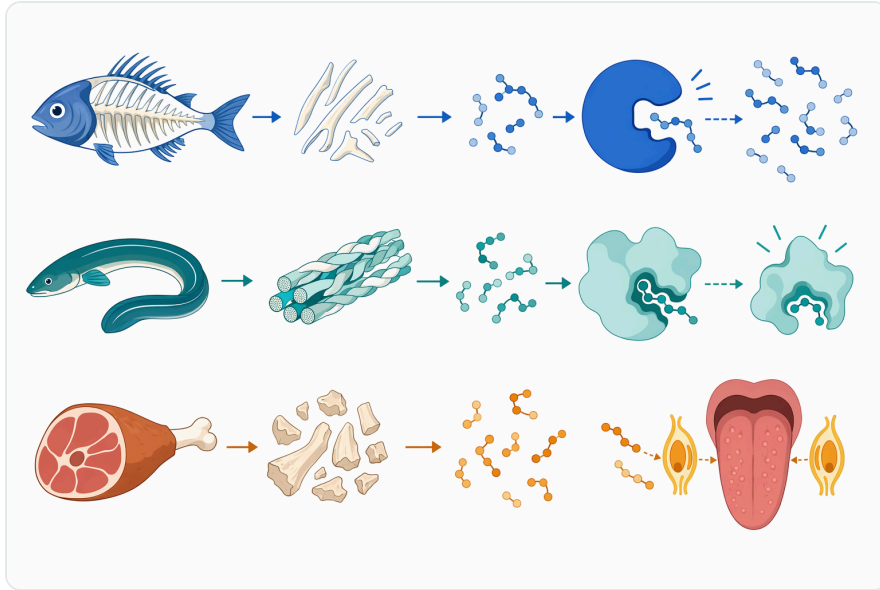


Figure 5. 어류, 장어, 돼지에서 유래한 뼈 기질은 효소적으로 생성되는 기능성 또는 펩티드 펩타이드의 공급원으로 연구되어 왔다.

Literatür aynı zamanda peptitlerin bileşiminin önemli olduğunu gösterir. Kalsiyum bağlayıcı peptitlerin koyun kemiği protein hidrolizatından izole edilmesi, kemik hidrolizatlarında belirli peptitlerin mineral etkileşimleri açısından tanımlanabileceğini gösterir. Ancak bu, her kemik hidrolizatının aynı mineral bağlama performansını göstereceği anlamına gelmez; peptit dizisi, moleküler boyut dağılımı, proses koşulları ve hammadde kaynağı belirleyicidir [4].

Benzer şekilde antioksidan veya ACE inhibitör peptit çalışmaları, kemik protein hidrolizatlarının biyoaktif peptit araştırmaları için değerli bir alan olduğunu gösterir. Fakat bu çalışmalar çoğunlukla belirli deneysel koşullara, belirli hammaddeye ve tanımlı peptit fraksiyonlarına dayanır. Tavuk kemiği

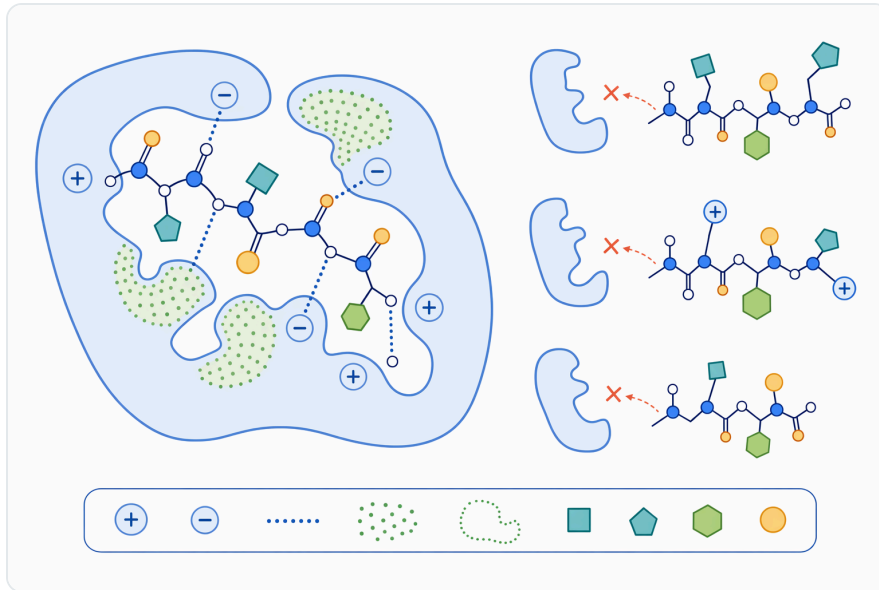
proteinlerinden hazırlanan antioksidan peptitler üzerine araştırma, kompozisyon özelliklerinin aktiviteyi etkilediğini vurguladığı için ticari proseslerde doğrudan genelleme yapılmaması gerektiğini hatırlatır [5].

Klinik veya terapötik iddialar açısından özellikle dikkatli olunmalıdır. Bone Protein Hydrolyzing Enzyme, kemik morfogenetik protein veya rejeneratif tıp ürünü değildir. BMP-2 gibi moleküllerin kraniyofasiyal cerrahi veya spinal artrodez gibi alanlarda güvenlik ve etkinlik tartışmaları ayrı bir klinik literatür konusudur; bu ürün ise endüstriyel protein hidrolizi bağlamında değerlendirilmelidir [9].

## Proses Kontrolünde Dikkat Edilmesi Gereken Teknik Değişkenler

Bone Protein Hydrolyzing Enzyme'in etkisi, enzimin varlığından çok enzimin substrata erişimi ve reaksiyon ortamının yönetimiyle ilgilidir. Kemik partikül boyutu küçüldükçe yüzey alanı artar; bu, enzimin protein fraksiyonlarına temasını kolaylaştırabilir. Ancak çok ince öğütme her zaman ideal değildir; viskozite, karıştırma enerjisi, separasyon ve kurutma davranışı değişebilir. Balık yan ürünlerinden protein/peptit üretimini ele alan derleme, hammadde türü ve proses tasarımının son ürün işlevselliğini doğrudan etkilediğini ortaya koyar [1].

Hidratasyon da kritik bir faktördür. Enzimatik reaksiyon su fazında gerçekleştiği için kemik materyalinin yeterince ıslanması, karışımın homojenliği ve protein yüzeylerinin sıvı faza açılması gerekir. Homojen olmayan karışımlarda lokal olarak aşırı veya yetersiz hidroliz görülebilir. Tilapia kemik jelatini çalışması, kemik kaynaklı proteinlerin hidroliz işleminden sonra karakteristik özelliklerinin değişebildiğini göstererek su fazı, işlem koşulu ve protein yapısı arasındaki bağlantıyı destekler [6].



**Figure 6.** 펩타이드의 기능은 총 가수분해 단백질 함량만이 아니라 서열, 크기, 분자적 적합성에 따라 달라진다.

Reaksiyon süresi ve durdurma noktası ürün hedefiyle ilişkilidir. Daha uzun hidroliz daha küçük peptit dağılımı oluşturabilir; fakat bu, her hedef ürün için daha iyi performans anlamına gelmez. Örneğin savoury uygulamalarda tat profili; yem veya pet food uygulamalarında sindirilebilirlik ve palatabilité; mineral-protein fraksiyonlarında ise kül/protein dengesi ön plana çıkabilir. Koyun kemiği protein enzimatik lizatları üzerine çalışma, hidroliz koşulları ile elde edilen lizat özelliklerinin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini destekler <sup>[7]</sup>.

## Hedef Ürünlere Göre Teknik Beklentiler

---

Kemik protein hidrolizatları için hedef ürün belirlendiğinde Bone Protein Hydrolyzing Enzyme'in rolü daha net tanımlanır. Eğer amaç sıvı protein hidrolizatıysa, çözüdür peptit fraksiyonunun artırılması ve katı kalıntıların yönetilebilir hale getirilmesi önem kazanır. Eğer amaç kurutulmuş hidrolizat tozuysa, reaksiyon sonrası viskozite, filtrasyon, konsantrasyon ve kurutma davranışı kritik hale gelir. Knife fish kemiğinden protein ve mineral tozu üretimi üzerine çalışma, kemik hidrolizinin hem protein hem mineral içeren kuru ürün hedefleriyle ilişkilendirilebileceğini gösterir <sup>[2]</sup>.

Kolajen peptit odaklı ürünlere, kolajen kaynaklı fraksiyonların istenen boyut aralığına yönlendirilmesi hedeflenir. Bu tür ürünlere hammadde seçimi, ön işlem ve hidroliz süresinin birlikte optimize edilmesi gerekir. Eel kemiği kolajeninden peptit hazırlanması ve tanımlanması, kolajen kaynaklı kemik peptitlerinin spesifik araştırma konusu olabileceğini göstermektedir <sup>[8]</sup>.

Fonksiyonel peptit araştırmalarında ise yalnızca toplam protein hidrolizi yeterli bir gösterge değildir. Peptit dizisi, amino asit kompozisyonu, moleküler boyut ve mineral bağlama veya antioksidan gibi incelenen özellikler birlikte değerlendirilir. Koyun kemiği hidrolizatından kalsiyum bağlayıcı peptidin izole edilmesi, kemik protein hidrolizatlarının özel peptit fraksiyonları bakımından ayrıştırılabilir olduğunu destekler <sup>[4]</sup>.

## Enzymes.bio Tedarik Modeli ve Uygun Konumlandırma

---

Enzymes.bio, Bone Protein Hydrolyzing Enzyme'i B2B kullanım için tedarik eden bir çevrim içi enzim platformudur; üretici veya laboratuvar olarak konumlandırılmamalıdır. Ürün 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan satın alınır. Sipariş sürecinde ürün seçilir, çevrim içi ödeme tamamlanır ve sipariş işlenerek sevkiyata hazırlanır; CoA ve SDS siparişle birlikte sağlanır.

Bu tedarik modeli, ürünü endüstriyel proses geliştirme ve üretim ekipleri için erişilebilir bir protein hidrolizi bileşeni haline getirir. Enzymes.bio'nun protein hidrolizi enzimleri kategorisi, farklı protein kaynaklarına yönelik hidroliz uygulamalarının ayrı ürün başlıkları altında ele alındığını gösterir . Bone

Protein Hydrolyzing Enzyme, bu çerçevede özellikle kemik proteinlerinin peptit fraksiyonlarına dönüştürülmesine odaklanan bir proses enzimi olarak değerlendirilmelidir.



Figure 7. 뼈 단백질 가수분해물은 감칠맛 식품, 반려동물 및 사료 시스템, 콜라겐 유래 블렌드, 펩타이드 원료 개발에 활용될 수 있다.

Ürünün doğru teknik konumlandırması, “kemikten otomatik olarak standart bir fonksiyonel ürün üretir” şeklinde değil, “kemik kaynaklı proteinlerin hidrolizine yardımcı olur” şeklindedir. Nihai hidrolizatın gıda, yem, pet food veya başka bir endüstriyel uygulamada kullanımı; hammadde onayı, proses validasyonu, son ürün spesifikasyonları ve yerel mevzuata göre değerlendirilmelidir. Balık yan ürünlerinden fonksiyonel protein ve peptit üretimini ele alan derleme, bu alandaki endüstriyel potansiyelin proses ve uygulama bağlamından bağımsız düşünülmemeyeceğini göstermektedir [1].

## Profesyonel Değerlendirme

Bone Protein Hydrolyzing Enzyme, kemik protein hidrolizi için teknik olarak anlamlı bir biyokatalitik araçtır. Kemik matrisindeki kolajen ağırlıklı proteinlerin daha kısa peptit ve amino asit fraksiyonlarına dönüştürülmesine yardımcı olur; bu da protein hidrolizatı, kolajen peptit fraksiyonu, yem/pet food bileşeni, savoury ara ürün veya mineral-protein fraksiyonu gibi farklı hedeflere yönelik proseslerde kullanılmasını mümkün kılar. Farklı kemik kaynaklarından peptit, protein ve mineral fraksiyonlarının hazırlanmasına ilişkin çalışmalar, bu uygulama alanının bilimsel ve endüstriyel olarak araştırıldığını göstermektedir [2].

Bununla birlikte başarılı uygulama, yalnızca enzim seçimine bağlı değildir. Hammadde türü, mineralizasyon, yağ içeriği, öğütme derecesi, hidrasyon, karıştırma, reaksiyon süresi ve downstream ayırım adımları birlikte ele alınmalıdır. Kemik protein hidrolizatlarından kalsiyum bağlayıcı, antioksidan

veya başka özelliklere sahip peptitlerin araştırılması, hidrolizat profilinin proses koşullarına ve peptit kompozisyonuna duyarlı olduğunu göstermektedir <sup>[4]</sup>.

Enzymes.bio tarafından tedarik edilen Bone Protein Hydrolyzing Enzyme, 1 kg çevrim içi doğrudan satın alma modeliyle sunulan bir B2B proses enzimidir. En doğru kullanım çerçevesi; ürünü kemik yan ürünlerinin daha işlenebilir peptit fraksiyonlarına dönüştürülmesine yardımcı olan, protein hidrolizi odaklı bir enzim bileşeni olarak değerlendirmektir. Bu yaklaşım, hem bilimsel kanıtlarla uyumludur hem de ürünün endüstriyel bağlamını abartılı sağlık, tedavi veya üretici iddialarından uzak tutar.

## Bone Protein Hydrolyzing Enzyme ürününü online sipariş edin

1 kg birimler halinde satılır; stokta mevcut ve sevkiyata hazırdır. Mağazamızdan doğrudan sipariş verin — online ödeme yapın, siparişinizi işleme alalım. Her siparişe Analiz Sertifikası ve Güvenlik Bilgi Formu dahildir.

[Bone Protein Hydrolyzing Enzyme satın alın →](#)

## Kaynaklar

İlk atıf sırasına göre numaralandırılmıştır. Açık erişimli kaynaklardır; her birinin yayım sırasında erişilebilir olduğu doğrulanmıştır. Metindeki atıf numaraları buraya bağlantı verir.

1. Ramakrishnan, S., Jeong, C., Park, J., Cho, S., & Kim, S. (2023). A review on the processing of functional proteins or peptides derived from fish by-products and their industrial applications. *Heliyon*, 9.
2. Le, T. (2019). Utilization of knife fish bone (Chitala chitala) as a material for fish protein and mineral powder production by enzyme hydrolysis. *The Journal of Agriculture and Development*.
3. Alhakbani, M. S., Alqahtani, A., Altreef, W., Aleisa, A. I., Gahtani, H. K. A., & Alnasser, M. N. (2024). Healing of Humerus Non-union Fracture Using Recombinant Human Bone Morphogenetic Protein With Bone Graft Compared to Bone Graft Alone: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus*, 16.
4. Hu, G., Wang, D., Sun, L., Su, R., Corazzin, M., Sun, X., Dou, L., ... et al. (2022). Isolation, Purification and Structure Identification of a Calcium-Binding Peptide from Sheep Bone Protein Hydrolysate. *Foods*, 11.
5. Yi-Jin, Zhou, P., Zhu, C., Liu, Y., & Zhao, Z. (2024). Preparation of Antioxidant Peptides from Chicken Bone Proteins and the Influence of Their Compositional Characteristics on Antioxidant Activity. *Foods*, 13.
6. Hidayat, G., Dewi, E. N., & Rianingsih, L. (2016). Characteristics of Bone Gelatin Tilapia (Oreochromis niloticus) Processed by Using Hydrolysis With Phosphoric Acid and Papain Enzyme.
7. Yang, H., Yu-Liu, Ma, L., & Kong, B. (2009). Hydrolyzing Condition and Immunocompetence of Sheep Bone Protein Enzymatic Lysates. *Agricultural Sciences in China*, 8, 1332-1338.

8. Xiang, H., Huang, H., Shao, Y., Hao, S., Li, L., Wei, Y., Chen, S., ... et al. (2024). Angiotensin-I-converting enzyme inhibitory peptides from eel (*Anguilla japonica*) bone collagen: preparation, identification, molecular docking, and protective function on HUVECs. *Frontiers in Nutrition*, 11.
9. Ramly, E., Alfonso, A. R., Kantar, R., Wang, M. M., Siso, J. R. D., Ibrahim, A., Coelho, P. G., ... et al. (2019). Safety and Efficacy of Recombinant Human Bone Morphogenetic Protein-2 (rhBMP-2) in Craniofacial Surgery. *Plastic and Reconstructive Surgery, Global Open*, 7.

## Enzymes.bio ile iletişime geçin

Siparişinizle ilgili sorularınız mı var? Ekibimiz yardımcı olmaktan memnuniyet duyar.

E-POSTA [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

TELEFON (ABD) **+1 (507) 428-6057**

[Bize ulaşın →](#)



**400+** B2B müşteriler



**60+** üniversite araştırma ortakları



**54** dünya genelinde hizmet

© 2026 Enzymes.bio · Endüstriyel ve gıda işleme enzim tedariki · İnsan tüketimi veya perakende satış için değildir.