

# Alkaline Protease: Deterjan, Deri İşleme ve Protein Hidrolizi İçin Alkali Proteaz Enzimi

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

Alkaline protease, alkali koşullarda proteinlerdeki peptit bağlarını hidrolize ederek büyük proteinleri daha küçük peptitlere dönüştüren bir proteaz enzimidir. En yaygın teknik kullanımları; deterjanlarda protein bazlı lekelerin parçalanması, deri işlemede kıl giderme ve yumuşatma adımları, gıda-yem proseslerinde protein hidrolizi ve proteinli yan akışların değerlendirilmesidir. Enzymes.bio, alkaline protease ürünlerini 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan satın alınabilir B2B enzim ürünleri olarak tedarik eder; CoA ve SDS siparişe birlikte sağlanır.

## Alkaline Protease Nedir?

Alkaline protease, proteinleri oluşturan peptit bağlarını su varlığında keserek uzun protein zincirlerini daha kısa peptitlere dönüştüren bir enzim grubunu ifade eder. "Alkaline" tanımı, bu enzimin özellikle nötrün üzerindeki proses koşullarında tercih edildiğini gösterir; bu nedenle deterjan, deri, tekstil, doğal kauçuk ve bazı protein hidrolizi prosesleri gibi alkali ortamların yaygın olduğu uygulamalarda teknik olarak anlamlıdır. Bacillus, Aspergillus, Streptomyces ve farklı çevresel mikroorganizmalardan elde edilen alkaline protease örnekleri üzerine yapılan çalışmalar, enzimin endüstriyel kullanım alanlarının genişliğini ve proses koşullarına bağlı performans değişkenliğini göstermektedir <sup>[1]</sup>.

Endüstriyel açıdan alkaline protease'in değeri, proteini "çözmekten" çok daha spesifik bir biyokatalitik etki sağlamasından gelir. Kan, yumurta, süt, et, soya, balık, deri, tüy ve benzeri materyallerdeki protein yapıları; çözünürlük, yüzeye tutunma, viskozite, jel davranışı veya proses edilebilirlik açısından sorun oluşturabilir. Proteaz bu yapılardaki peptit bağlarını kestiğinde, protein daha küçük parçalara ayrılır; bu parçalar deterjan banyosunda yüzeyden daha kolay uzaklaşabilir, gıda prosesinde daha farklı fonksiyonel özellik gösterebilir veya deri işlemede istenen yumuşatma etkisine katkı sağlayabilir <sup>[2]</sup>.

Enzymes.bio bağlamında alkaline protease, nihai tüketiciye yönelik bir sağlık ürünü değil; endüstriyel ve gıda işleme amaçlı B2B kullanım için çevrim içi tedarik edilen bir enzim ürünüdür. Ürün kategorisi, protein hidrolizi, deterjan, deri, tekstil ve gıda/yem işleme gibi uygulamalarla ilişkilendirilmiş alkaline

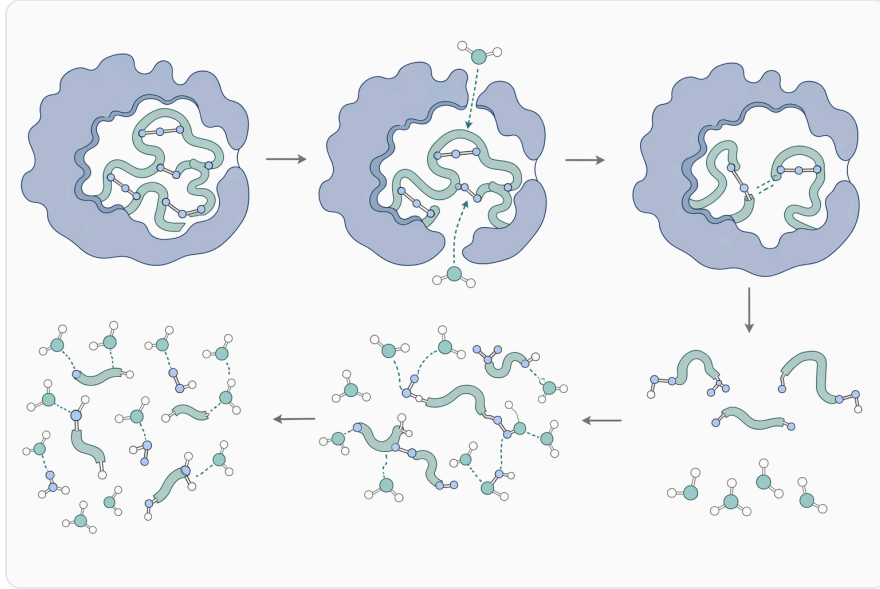
protease ürünlerini içerir; ürünler 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan satın alma modeline uygundur .

## Çalışma Mekanizması: Protein Zincirini Yönetilebilir Parçalara Ayırmak

Alkaline protease'in temel mekanizması, protein molekülündeki peptit bağlarının hidrolizidir. Proteinler uzun ve katlanmış zincirler olarak düşünülebilir; bu zincirler yüzeylere yapışabilir, suda sınırlı çözünebilir veya proses sırasında istenmeyen doku ve yapı oluşturabilir. Enzim, uygun koşullarda bu zincirlerin belirli bağlarını keserek molekül boyutunu düşürür; böylece proteinli kalıntı daha kolay uzaklaştırılabilir veya ham madde daha işlenebilir hâle gelir <sup>[3]</sup>.

Deterjan uygulamasında bu mekanizma oldukça somuttur. Örneğin kan, yumurta veya süt bazlı bir leke kumaşa tutunduğunda, proteinin lif yüzeyiyle kurduğu etkileşim lekenin sıradan yıkama ile uzaklaştırılmasını zorlaştırabilir. Alkaline protease protein yapısını daha küçük peptitlere böldüğünde, lekenin fiziksel bütünlüğü ve liflere tutunma gücü azalır; sürfaktan, mekanik hareket ve durulama ile kalıntının uzaklaştırılması kolaylaşır. Bu nedenle alkaline protease, deterjan formülünde tek başına "temizleyici" değil; alkali yıkama ortamında protein lekesine biyokimyasal olarak müdahale eden bir yardımcı bileşendir <sup>[4]</sup>.

Protein hidrolizi tarafında amaç lekeyi çıkarmak değil, proteinin fonksiyonunu değiştirmektir. Soya, süt, et, balık veya bitkisel proteinler enzimatik hidrolize uğradığında çözünürlük, dispersiyon, jel davranışı, sindirilebilirlik veya proses akışı değişebilir. Örneğin soya protein izolatu üzerine yapılan karşılaştırmalı bir çalışmada alkaline protease uygulaması, protein yapısı ve jel özellikleri üzerinde incelenmiş; sonuçların yalnızca enzime değil, eşlik eden proses koşullarına da bağlı olduğu gösterilmiştir <sup>[2]</sup>.



**Figure 1.** 알칼리성 프로테아제는 큰 단백질의 펩타이드 결합을 가수분해하여 더 쉽게 분산되거나 용해되거나 떨어져 나가는 작은 펩타이드를 생성한다.

## Başlıca Uygulama Alanları

### Deterjan ve Endüstriyel Temizlikte Protein Lekeleri

Alkaline protease için en bilinen kullanım alanı deterjan formülasyonlarıdır. Çamaşır deterjanlarında ve endüstriyel yıkama proseslerinde proteinli lekeler genellikle yağ veya mineral kirlere farklı davranır; protein ısı, pH ve kuruma ile yüzeye daha sıkı bağlanabilir. Alkaline protease, bu protein tabakasını peptitlere ayırarak yıkama sisteminin geri kalan bileşenlerinin lekeye erişmesini kolaylaştırır [4].

Bu uygulamada performans, yalnızca enzimin varlığına bağlı değildir. Yıkama pH'ı, sıcaklık, temas süresi, sürfaktan sistemi, oksidatif bileşenler, su sertliği ve mekanik hareket aynı anda sonucu belirler. Literatürde *Staphylococcus aureus* kaynaklı alkaline protease'in endüstriyel deterjan katkısı olarak değerlendirildiği çalışmalar, bu enzimin deterjan uygulamalarındaki teknik ilgisini destekler; ancak her formülün performansı kendi matrisinde değerlendirilmelidir [4].

### Deri İşlemede Kıl Giderme ve Yumuşatma

Deri işleme proseslerinde kıl giderme ve bating/yumuşatma adımları, deri lif yapısının kontrollü biçimde açılması ve istenmeyen proteinli bileşenlerin uzaklaştırılması açısından kritiktir. Alkaline protease, bu aşamalarda belirli proteinleri hidrolize ederek kimyasal işlem yükünü azaltmaya yardımcı olabilecek bir proses yardımcısı olarak incelenmiştir. Proteaz kapsüllenmiş lipozomlarla yapılan bir çalışma, kıl giderme ve daha yumuşak deri üretimi hedefiyle enzimin daha kontrollü taşınmasına odaklanmıştır [5].

Bu alanda önemli nokta seçiciliktir. Deri, yalnızca “protein” değildir; kolajen yapısı, kıl kökü çevresi, elastin benzeri bileşenler ve ön işlem geçmişi nihai sonucu etkiler. Enzimatik işlem fazla agresif olduğunda yüzey hasarı veya istenmeyen lif zayıflaması riski doğabilir; yetersiz kaldığında ise kıl giderme veya yumuşatma etkisi sınırlı olur. Bu nedenle alkaline protease, deri proseslerinde çoğunlukla pH, süre ve mekanik işlemle birlikte yönetilen bir biyokatalitik araç olarak değerlendirilir [6].

## Gıda ve Bitkisel Protein Hidrolizi

Gıda işleme uygulamalarında alkaline protease, proteinleri daha küçük peptitlere dönüştürmek için kullanılır. Bu yaklaşım; hidrolize bitkisel protein, protein bazlı aroma öncülleri, alternatif protein formülasyonları, süt veya soya proteinlerinin modifikasyonu ve bazı yan akışların değerlendirilmesi gibi alanlarda teknik anlam taşır. Soya protein izolatında alkaline protease ve başka bir proteazın karşılaştırıldığı çalışma, enzim seçiminin protein yapısı ve jel özellikleri üzerinde farklı sonuçlar doğurabildiğini göstermektedir [2].



Figure 2. 산성, 중성 및 알칼리성 프로테아제는 단백질 가수분해 활성이 가장 유용하게 작용하는 공정의 pH 환경에 따라 구분된다.

Gıda proseslerinde “daha fazla hidroliz her zaman daha iyi sonuç verir” gibi bir genelleme doğru değildir. Hidroliz derecesi arttıkça çözünürlük veya dispersiyon iyileşebilir; fakat acılık, viskozite kaybı, jel zayıflaması veya istenmeyen duyuşal değişiklikler de ortaya çıkabilir. Bu nedenle alkaline protease’in katkısı, hedef ürünün protein kaynağına, proses sırasına ve istenen fonksiyonel profile göre değerlendirilmelidir [7].

## Yem, Fermente Protein ve Hayvansal Yan Akışlar

Yem ve proteinli yan akış uygulamalarında amaç çoğu zaman proteinin daha erişilebilir hâle getirilmesidir. Balık atıkları, tarımsal protein yan ürünleri, fermente soya ürünleri veya tüy gibi keratin bakımından zengin materyaller, uygun enzimatik işleme daha yönetilebilir hidrolizatlara dönüştürülebilir. Balık atıklarının substrat olarak kullanıldığı alkaline protease çalışmaları, bu enzimin yalnızca son ürün uygulamalarında değil, yan akış değerlendirme süreçlerinde de araştırıldığını gösterir <sup>[7]</sup>.

Bu uygulamalarda substrat heterojenliği özellikle önemlidir. Balık atığı, soya küspesi veya tüy, protein kompozisyonu ve fiziksel yapısı bakımından birbirine benzemez; yağ, mineral, tuz ve önceki ısıl işlem geçmişi enzim erişimini değiştirebilir. Bu nedenle alkaline protease'in protein bağlarını hidrolize etme mekanizması genel olarak geçerli olsa da, her yan akış için aynı hız, aynı peptit profili veya aynı fonksiyonel sonuç beklenmemelidir <sup>[8]</sup>.

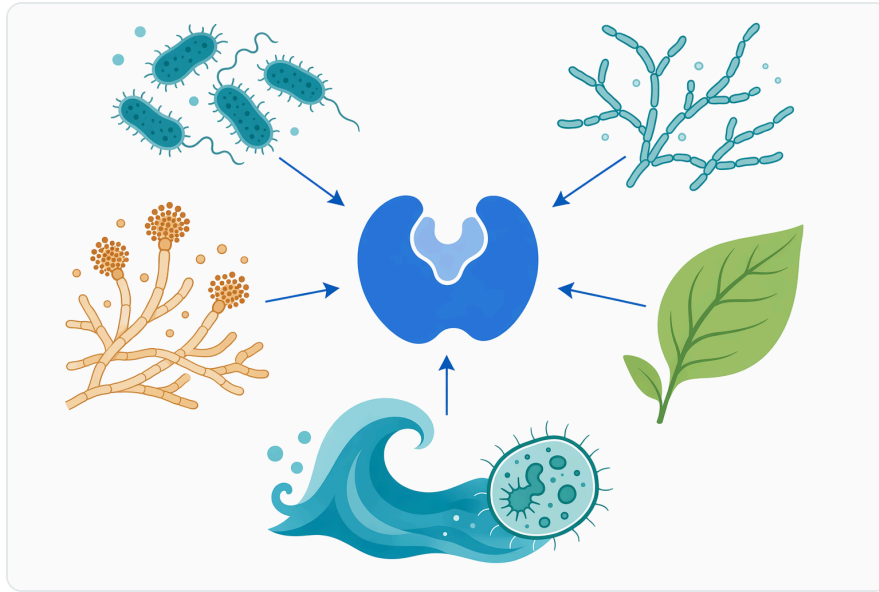
## Doğal Kauçukta Protein Azaltma ve Malzeme Özellikleri

Alkaline protease, doğal kauçuk gibi protein içeren endüstriyel malzemelerde de incelenmiştir. Doğal kauçukta protein içeriği; alerjenite, koku, işlem davranışı ve bazı fiziksel özellikler açısından dikkat edilen bir parametre olabilir. 2024 tarihli bir çalışmada alkaline protease içeriğinin doğal kauçuğun yapısı ve özellikleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiş, enzimin proteinli bileşenleri hedefleyen bir işlem aracı olarak malzeme tarafındaki önemine işaret edilmiştir <sup>[9]</sup>.

Bu alan, deterjan veya deri uygulaması kadar yaygın bilinse de mekanizma açısından tutarlıdır: kauçuk matrisinde bulunan protein fraksiyonları enzimatik işleme değiştirildiğinde, malzemenin yüzey ve yapı özellikleri de değişebilir. Ancak kauçuk proseslerinde sonuç yalnızca proteaz etkisine değil, lateks bileşimi, pıhtılaştırma, yıkama, kurutma ve katkı sistemleri gibi çok sayıda değişkene bağlıdır <sup>[9]</sup>.

## Uygulama Alanlarını Karşılaştırma

Aşağıdaki tablo, alkaline protease kullanım alanlarını mekanizma, beklenen teknik etki ve kritik proses değişkenleri açısından karşılaştırır. Bu karşılaştırma, enzimin her alanda aynı biçimde çalışmadığını; aynı peptit bağı hidrolizi mekanizmasının farklı proses hedeflerine hizmet ettiğini gösterir <sup>[6]</sup>.



**Figure 3.** 알칼리성 프로테아제는 세균, 방선균, 곰팡이, 식물 및 해양 관련 생물에서 보고된 기능성 효소 범주이다.

Uygulama alanı	Hedef proteinli materyal	Alkaline protease'in teknik rolü	Tipik hedef sonuç	Dikkat edilmesi gereken değişkenler
Deterjan ve çamaşır yıkama	Kan, yumurta, süt, çim, vücut kaynaklı proteinler	Protein lekelerini daha küçük peptitlere ayırmak	Lekenin liften daha kolay ayrılması	pH, sıcaklık, sürfaktan, oksidan, su sertliği, temas süresi
Deri işleme	Kıl kökü çevresi ve istenmeyen proteinli bileşenler	Kontrollü protein hidrolizi	Kıl giderme ve yumuşatma desteği	Deri tipi, ön işlem, süre, mekanik etki, pH
Gıda protein hidrolizi	Soya, süt, et, balık, bitkisel proteinler	Protein zincirlerini peptitlere dönüştürmek	Çözünürlük, dispersiyon veya fonksiyonel değişim	Substrat, hidroliz seviyesi, duyuşal profil, ısıl işlem
Yem ve yan akış değerlendirme	Balık atığı, soya yan ürünleri, tüy, proteinli kalıntılar	Protein erişilebilirliğini artırmak	Daha işlenebilir hidrolizat üretimi	Ham madde heterojenliği, yağ/mineral içeriği, ön işlem
Doğal kauçuk	Latekstekki protein fraksiyonları	Protein içeriğini ve protein yapısını değiştirmek	Malzeme yapısı ve özelliklerinde değişim	Lateks kompozisyonu, yıkama, kurutma, katkılar

## Alkali Koşullarda Stabilite ve Proses Uyumluluğu

---

Alkaline protease'in endüstriyel değerinin önemli bir bölümü, alkali proses koşullarında kullanılabilmesinden gelir. Deterjanlar, deri işlemleri ve bazı tekstil uygulamaları çoğu zaman nötrden daha yüksek pH koşullarında yürütülür; bu ortamlarda klasik proteinlerin veya bazı enzimlerin yapısı bozulabilirken, alkaline protease örnekleri bu koşullara daha uygun seçilir. Streptomyces kaynaklı termostabil alkaline protease çalışması, çevresel izolatların endüstriyel ve çevre dostu uygulamalar için araştırıldığını göstermektedir [1].

Stabilite, tek bir parametreyle açıklanmaz. Bir enzim alkali pH'ta uygun davranırken yüksek sıcaklıkta hızla inaktive olabilir; deterjan bileşenlerine dayanırken uzun depolama süresinde farklı davranabilir; yüksek tuz veya organik çözücü varlığında aktivite kaybı gösterebilir. Acetonitrile etkisi üzerine yapılan bir çalışma, alkaline protease'in kataliz ve stabilitesinin ortam bileşimiyle hem mikro hem de makro ölçekte değişebildiğini göstermesi açısından bu noktayı destekler [10].

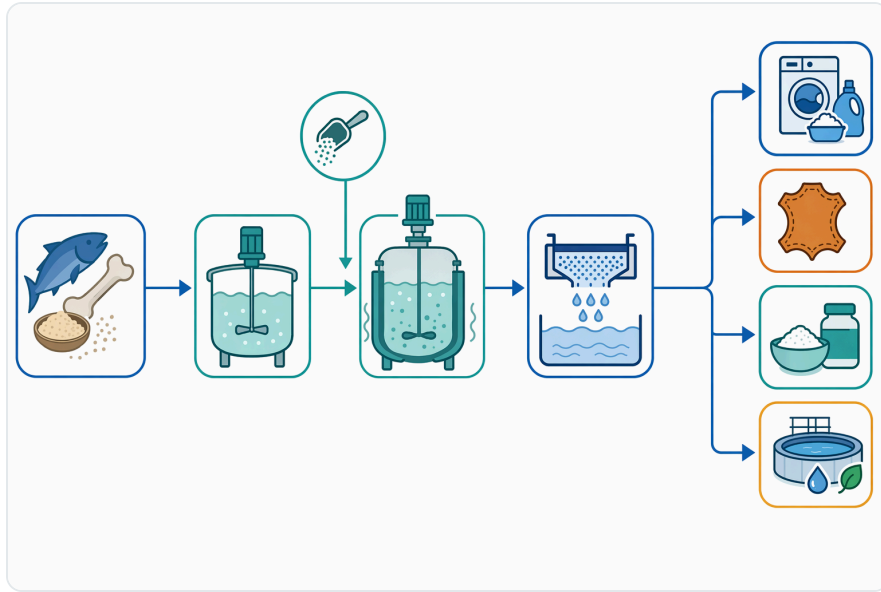
İmmobilizasyon çalışmaları da alkaline protease'in proses dayanımını artırma yönündeki araştırmaların önemli bir parçasıdır. Salipaludibacillus agaradhaerens kaynaklı alkaline protease'in çift mezogözenekli çekirdek-kabuk nanoküreler üzerine immobilizasyonu, stabilizasyon ve özellik iyileştirme hedefiyle incelenmiştir. Bu tür çalışmalar, endüstriyel uygulamalarda enzimi yalnızca "ham aktivite" üzerinden değil, proses içinde korunabilirlik ve tekrar kullanılabilirlik açısından da ele alma eğilimini gösterir [11].

Benzer şekilde Bacillus pumilus Y7 alkaline protease'in kinetik ve termodinamik özellikleri ile polimer/kil hidrojel üzerine kovalent olmayan immobilizasyonu araştırılmıştır. Bu çalışma, enzimin serbest formu ile taşıyıcıya bağlanmış formu arasında stabilite ve proses davranışı açısından farklar oluşabileceğini gösterir; ancak bu tür immobilizasyon çözümleri, doğrudan her ticari uygulamada aynı biçimde uygulanacak anlamına gelmez [3].

## Alkaline Protease Kaynakları ve Üretim Araştırmaları

---

Literatürde alkaline protease çok farklı mikroorganizmalardan araştırılmıştır. Bacillus türleri bu alanda sık incelenir; çünkü birçok çalışma Bacillus kaynaklı proteazların alkali proses koşulları ve endüstriyel uygulamalarla ilişkili özelliklerini raporlamıştır. Rekombinant Bacillus licheniformis üzerinde yapılan optimizasyon çalışması, üretim koşullarının alkaline protease verimi ve proses ekonomisi açısından araştırma konusu olduğunu göstermektedir [12].



**Figure 4.** 세제 세척에서는 알칼리성 펄윤, 프로테아제에 의한 절단, 계면활성제 작용, 교반 및 헹굼이 함께 작용하여 단백질성 얼룩과 막을 제거한다.

Aspergillus gibi fungal kaynaklar da alkaline protease üretimi açısından incelenmiştir. Kağıt atığı içeren yeni bir kültür ortamında Aspergillus niger ile alkaline protease üretimi üzerine yapılan çalışma, düşük maliyetli veya atık temelli besiyeri yaklaşımlarının araştırıldığını göstermektedir. Bu çalışmalar, enzimin endüstriyel değerinin yalnızca uygulama performansından değil, üretim sürdürülebilirliği ve ham madde kullanımından da etkilendiğini ortaya koyar <sup>[13]</sup>.

Agro-endüstriyel yan ürünlerle üretim yaklaşımı da benzer bir eğilimi temsil eder. Trichoderma longibrachiatum ve Penicillium rubidurum kullanılarak farklı agro-endüstriyel ürünlerden alkaline protease biyoproduksiyonu incelenmiş; bu tür çalışmalar, enzim üretiminde yan akışların değerlendirilmesine yönelik araştırma ilgisini gösterir <sup>[14]</sup>.

Mutasyon veya rasyonel tasarım gibi yöntemler de alkaline protease özelliklerini iyileştirme amacıyla araştırılmaktadır. Mutasyona uğratılmış Aspergillus oryzae ile alkaline protease üretiminin artırılması ve Bacillus licheniformis alkaline protease'in termostabilitesinin hesaplamalı tasarımla iyileştirilmesi üzerine çalışmalar, enzimin endüstriyel koşullara daha uygun hâle getirilmesi için farklı biyoteknolojik yolların kullanıldığını gösterir <sup>[15]</sup>.

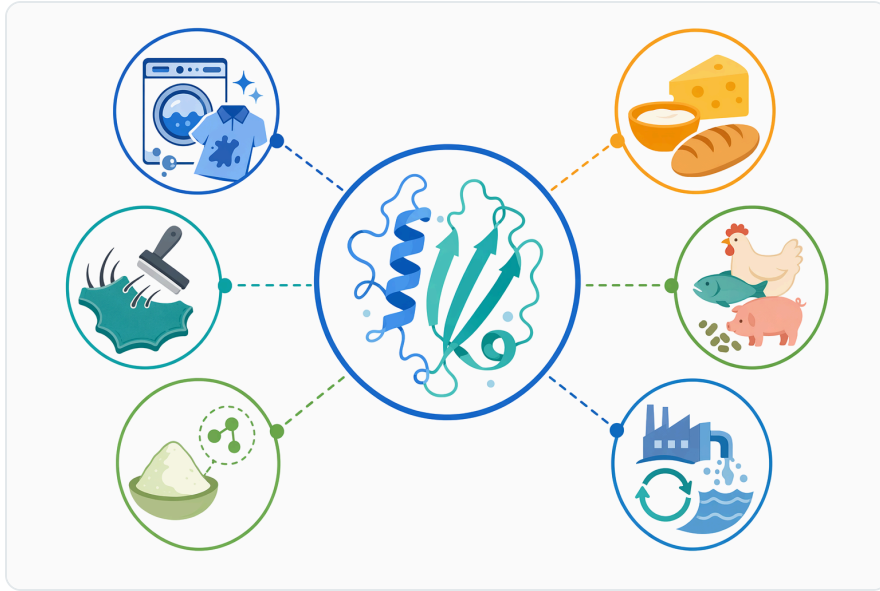
## Kanıt Düzeyi: Hangi İddialar Daha Güçlü?

Deterjan uygulaması, alkaline protease için en güçlü ve pratik olarak en yerleşik kanıt alanlarından biridir. Bunun nedeni hem mekanizmanın doğrudan protein leke hidroliziyle örtüşmesi hem de deterjan katkısı olarak farklı kaynaklardan alkaline protease çalışmalarının bulunmasıdır.

Staphylococcus aureus alkaline protease'in endüstriyel deterjan katkısı olarak değerlendirilmesi, bu alanın araştırma desteğini yansıtan güncel örneklerden biridir [4].

Deri işleme de güçlü-orta düzeyde desteklenen bir alandır. Kıl giderme ve yumuşatma uygulamalarında proteaz kullanımı biyokimyasal olarak mantıklıdır; çünkü hedef, derideki belirli proteinli bileşenlerin kontrollü biçimde uzaklaştırılması veya değiştirilmesidir. Ancak deri materyali çok değişken olduğu için literatürdeki olumlu sonuçlar doğrudan her deri tipine ve her proses akışına aktarılmamalıdır [5].

Gıda ve yem protein hidrolizi için mekanizma güçlüdür; ancak nihai ürün etkileri daha uygulama bağımlıdır. Alkaline protease'in proteinleri hidrolize ettiği açıktır, fakat hidrolizatın tadı, çözünürlüğü, jel davranışı, besinsel etkisi veya formülasyon stabilitesi kullanılan protein kaynağına ve proses parametrelerine göre değişir. Soya protein izolatu çalışması, alkaline protease'in protein yapısı ve jel özellikleri üzerindeki etkisinin proses kombinasyonlarıyla birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir [2].



**Figure 5.** 알칼리성 프로테아제의 주요 응용 분야에는 세제 및 알칼리성 세척, 식품 및 사료 단백질 변형, 가죽 가공, 단백질이 풍부한 폐기물 처리 등이 포함된다.

Doğal kauçuk ve özel malzeme uygulamaları daha spesifik kanıt alanlarıdır. Alkaline protease'in doğal kauçuk yapısı ve özellikleri üzerindeki etkisini inceleyen çalışma, bu enzimin proteinli bileşenlerin bulunduğu endüstriyel materyallerde de rol oynayabileceğini gösterir. Bununla birlikte bu alanlarda sonuçlar malzeme kompozisyonuna ve proses akışına yüksek derecede bağlıdır [9].

## Proses Tasarımında Dikkat Edilen Teknik Faktörler

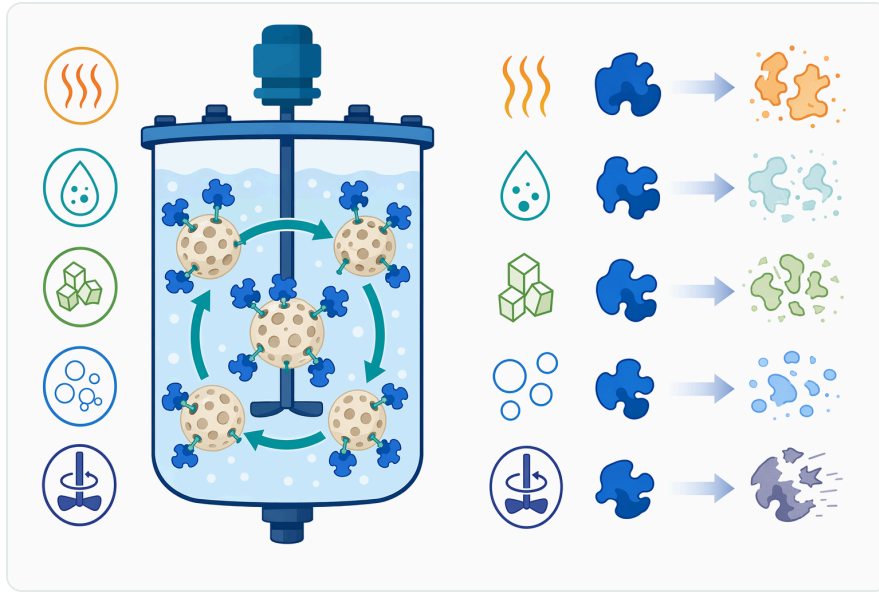
---

Alkaline protease'in performansını belirleyen ilk faktör substrattır. Aynı enzim, çözünür süt proteini, soya proteini, kurumuş kan lekesi, deri matrisi veya doğal kauçuktaki protein fraksiyonları üzerinde aynı hız ve aynı ürün profiliyle çalışmaz. Proteinlerin katlanma durumu, çapraz bağlanma düzeyi, yağ veya mineral ile ilişkisi ve ön işlem geçmişi enzim erişimini doğrudan etkiler <sup>[7]</sup>.

İkinci faktör ortam koşullarıdır. Alkali pH enzimin kullanım alanını tanımlasa da, sıcaklık, süre, iyonik güç, karıştırma, su aktivitesi ve formülasyondaki yardımcı bileşenler sonuç üzerinde belirleyicidir. Acetonitrile ile yapılan stabilite çalışması, ortam bileşenlerinin alkaline protease davranışını değiştirebildiğini göstererek, enzimin her kimyasal matriste aynı şekilde davranacağı varsayımının doğru olmadığını ortaya koyar <sup>[10]</sup>.

Üçüncü faktör hedeflenen sonuçtur. Deterjanda hedef, protein lekesinin yüzeyden uzaklaşmasıdır; gıda hidrolizinde hedef belirli bir fonksiyonel profil olabilir; deri işleminde hedef kıl giderme ve yumuşatma dengesidir. Aynı hidroliz mekanizması bu uygulamalarda farklı başarı kriterleriyle değerlendirilir. Bu nedenle alkaline protease, uygulama hedefi açık tanımlandığında daha doğru konumlandırılır <sup>[6]</sup>.

Dördüncü faktör enzim formunun ve ürün matrisinin prosesle uyumudur. Araştırmalarda serbest, immobilize veya kapsüllenmiş proteaz formları incelenmiş olsa da, ticari tedarik edilen ürünün kullanım şekli ürünün kendi dokümantasyonuna ve uygulama bağlamına göre değerlendirilmelidir. İmmobilizasyon ve kapsülleme çalışmaları, enzimin stabilite ve kontrollü salım gibi özelliklerinin değiştirilebileceğini gösterir; ancak bunlar her alkaline protease ürününün aynı teknik tasarıma sahip olduğu anlamına gelmez <sup>[11]</sup>.



**Figure 6.** 고정화는 선택된 알칼리성 프로테아제 시스템이 기질과의 접촉을 유지하면서 재사용성과 공정 스트레스에 대한 저항성을 높이는 데 도움이 될 수 있다.

## Enzymes.bio'dan Alkaline Protease Tedariki

Enzymes.bio, alkaline protease ürünlerini 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan satın alınabilir şekilde sunan bir B2B enzim tedarikçisidir. Şirket bir üretici veya laboratuvar olarak konumlandırılmamalıdır; ürünlerin teknik kullanımı, ilgili uygulama alanında proses sorumluluğu taşıyan profesyoneller tarafından değerlendirilmelidir. Ürün kategorisi, alkaline protease'in deterjan, deri, tekstil, protein hidrolizi ve gıda/yem işleme gibi alanlardaki kullanım yönlerini açıklayan bir tedarik sayfası olarak yapılandırılmıştır .

Siparişe birlikte CoA ve SDS sağlanır. CoA, ilgili ürün partisine ait kalite dokümantasyonu için; SDS ise güvenli elleçleme, depolama ve iş güvenliği bilgileri için kullanılır. Bu belgeler, alkaline protease'in bir proses girdisi olarak izlenebilir ve güvenli biçimde yönetilmesine yardımcı olur; ancak ürünün belirli bir uygulamadaki nihai performansı, proses matrisine ve kullanım koşullarına bağlıdır .

## Dengeli Sonuç

Alkaline protease, alkali koşullarda protein hidrolizi sağlayan ve endüstride özellikle deterjan, deri işleme, gıda-yem protein hidrolizi, yan akış değerlendirme ve bazı malzeme uygulamalarında değerlendirilen bir enzimdir. Temel mekanizma nettir: proteinlerdeki peptid bağları hidrolize edilir, büyük protein yapıları daha küçük ve daha yönetilebilir peptitlere dönüşür. Bu biyokimyasal etki, deterjanda leke uzaklaştırmaya, deri işlemede kontrollü protein giderimine, gıda prosesinde fonksiyonel modifikasyona ve yan akışlarda hidrolizat üretimine hizmet edebilir <sup>[6]</sup>.

Kanıt düzeyi uygulamaya göre değişir. Deterjan ve deri uygulamaları alkaline protease için güçlü teknik gerekçeye ve çok sayıda araştırma örneğine sahiptir; gıda ve yem hidrolizi mekanizma açısından güçlüdür, ancak nihai ürün özellikleri substrat ve proses koşullarına bağlıdır. Doğal kauçuk ve özel malzeme uygulamaları ise daha spesifik alanlardır ve ilgili matrisin yapısına göre değerlendirilmelidir [9].

Enzymes.bio tarafından tedarik edilen alkaline protease ürünleri, 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan satın alınabilen B2B enzim ürünleri olarak konumlandırılır. Bu ürünler, insan tüketimine yönelik perakende bir ürün olarak değil; endüstriyel ve gıda işleme proseslerinde profesyonel kullanım için değerlendirilmelidir. CoA ve SDS'nin siparişle birlikte sağlanması, ürünün proses girdisi olarak dokümanite edilmesine ve güvenli şekilde yönetilmesine destek olur .

### Alkaline Protease ürününü online sipariř 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.

[Alkaline Protease 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. Al-Dhabi, N., Esmail, G. A., Ghilan, A., Arasu, M., Duraipandiyan, V., & Ponmurugan, K. (2020). Characterization and fermentation optimization of novel thermo stable alkaline protease from Streptomyces sp. Al-Dhabi-82 from the Saudi Arabian environment for eco-friendly and industrial applications. *Journal of King Saud University - Science*, 32, 1258-1264.
2. Wu, X., Gao, T., Xu, Z., Liu, C., Teng, F., & Li, Y. (2024). Effect of combined enzyme and ultrasound treatment on the structure and gel properties of soy protein isolate: A comparative study of alkaline protease and pepsin. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*.
3. Duman, Y., & Tekin, N. (2019). Kinetic and thermodynamic properties of purified alkaline protease from Bacillus pumilus Y7 and non-covalent immobilization to poly(vinylimidazole)/clay hydrogel. *Engineering in Life Sciences*, 20, 36 - 49.
4. Alonazi, M. A. (2024). Staphylococcus aureus Alkaline Protease: A Promising Additive for Industrial Detergents. *Catalysts*.

5. Arunachalam, B., Dhathathreyan, A., & Palanisamy, T. (2025). Protease encapsulated liposomes for twin benefits: a green approach to unhairing and soft leather production. *Journal of liposome research*, 35, 370 - 381.
6. B.K.M, L., D, M., Sowjanya, M., Venkatrayulu, C., & K.P.J., H. (2023). Industrial Applications of Alkaline Protease with Novel Properties from Bacillus Cereus Strain S8. *Journal of Advanced Zoology*.
7. Akkaya, S. N., Almansour, A., Altıntas, R., Şişecioğlu, M., & Adiguzel, A. (2025). Purification, characterization, optimization, and docking simulation of alkaline protease produced by Brevibacillus agri SAR25 using fish wastes as a substrate. *Food Chemistry*, 471, 142816 .
8. Kotb, E., Alabdalall, A. H., Alsayed, M. A., Alghamdi, A., Alkhalidi, E., Abdulazeez, S., & Borgio, J. (2023). Isolation, Screening, and Identification of Alkaline Protease-Producing Bacteria and Application of the Most Potent Enzyme from Bacillus sp. Mar64. *Fermentation*.
9. Qu, Q., Wang, X., Liu, S., Cui, J., Xin, Z., Wang, H., & Ding, S. (2024). Effect of alkaline protease content on the structure and properties of natural rubber. *Polymers for Advanced Technologies*.
10. Duman, Y., & Erarslan, A. (2025). Acetonitrile-induced modulation of alkaline protease as a biological macromolecule: Micro- and macro-scale effects on catalysis and stability. *International Journal of Biological Macromolecules*, 143066 .
11. Ibrahim, A., Elbadawi, Y. B., El-Toni, A. M., Al-maary, K. S., El-tayeb, M., Elagib, A., & Maany, D. (2020). Stabilization and improved properties of Salipaludibacillus agaradhaerens alkaline protease by immobilization onto double mesoporous core-shell nanospheres. *International Journal of Biological Macromolecules*.
12. Zhang, Y., Hu, J., Zhang, Q., Cai, D., Chen, S., & Wang, Y. (2023). Enhancement of alkaline protease production in recombinant Bacillus licheniformis by response surface methodology. *Bioresources and Bioprocessing*, 10.
13. Nouri, N., Sadeghi, L., & Marefat, A. (2024). Production of alkaline protease by Aspergillus niger in a new combinational paper waste culture medium. *Journal of Bioscience and Bioengineering*.
14. Behera, B., Sethi, B., Mohapatra, S., Thatoi, H., & Mishra, R. (2021). Bio-production of alkaline protease by Trichoderma longibrachiatum and Penicillium rubidurum using different agro-industrial products. *Novel Research in Microbiology Journal*.
15. Yuan, Y., Zhao, G., Lu, J., Wang, L., Shi, Y., & Zhang, J. (2025). Enhancing the Thermostability of Bacillus licheniformis Alkaline Protease 2709 by Computation-Based Rational Design. *Molecules*, 30.

## 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