

# Acid Protease Enzimi ile Asidik Protein Hidrolizi: Fermantasyon, İçecek İşleme ve Protein Bazlı Prosesler İçin Teknik Rehber

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

**Acid Protease**, asidik koşullarda proteinlerdeki peptit bağlarını hidrolize ederek daha küçük peptitler ve amino asitler oluşturan bir proteazdır. B2B proseslerde başlıca değeri; fermantasyon hammaddelerinde protein parçalanmasını desteklemek, içeceklerde protein kaynaklı bulanıklığı azaltmaya yardımcı olmak ve protein hidrolizatı üretiminde daha kontrollü bir biyokatalitik yol sağlamaktır <sup>[1]</sup>. Enzymes.bio, Acid Protease ürününü çevrim içi olarak 1 kg birimler halinde tedarik eder; siparişe birlikte CoA ve SDS sağlar .

## Acid Protease nedir ve neden asidik proseslerde kullanılır?

Acid Protease, proteinleri daha küçük peptitlere ayıran proteaz ailesi içinde, asidik ortamda çalışmak üzere seçilen bir enzim tipidir. Proteazların endüstriyel önemi, protein matrislerini sert kimyasal parçalama yerine su aracılı enzimatik hidrolizle dönüştürebilmesinden gelir; bu nedenle gıda, içecek, yem, deri ve biyoproses alanlarında yaygın uygulama bulurlar <sup>[1]</sup>.

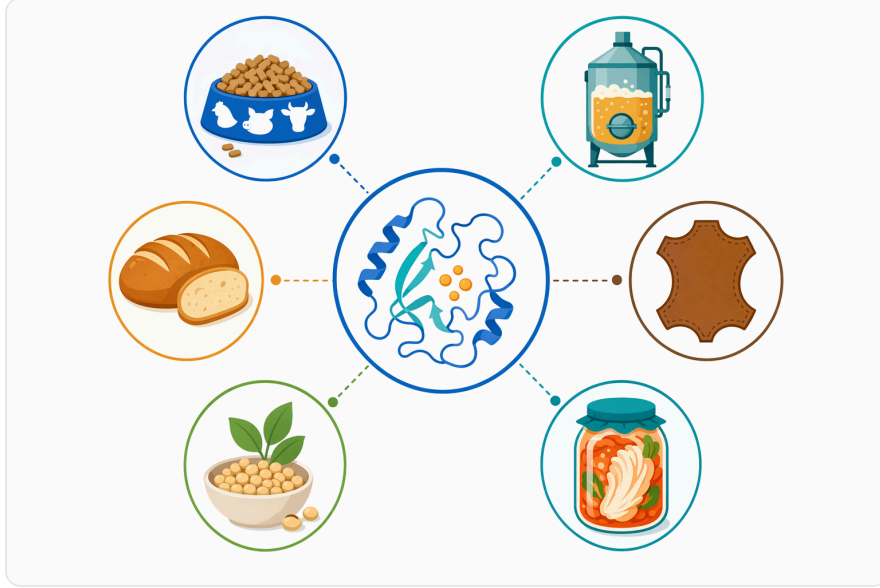
“Asidik” vurgusu, enzimin protein hidrolizi için düşük pH koşullarında kullanıma uygun olduğunu gösterir. Bu özellik, soy sosu, sirke, bazı alkollü içecekler, meyve bazlı sistemler, asidik protein hidrolizleri ve deri proseslerinin belirli aşamaları gibi doğal olarak düşük pH’lı veya asitle ayarlanan sistemlerde teknik açıdan önemlidir <sup>[2]</sup>.

Enzymes.bio bağlamında Acid Protease, bir üretim iddiası olarak değil, çevrim içi tedarik edilen bir enzim ürünü olarak değerlendirilmelidir. Ürün sayfası, Acid Protease’i *Aspergillus niger* kaynaklı asit proteaz hazırlığı olarak konumlandırır ve fermantasyon, içecek işleme, protein hidrolizi, deri prosesi, tütün yaprağı işleme ve protein bazlı kalıntıların giderilmesi gibi kullanım alanlarıyla ilişkilendirir .

Bu enzimin pratik avantajı, prosesin protein kaynaklı bir darboğaz içerdiği durumlarda ortaya çıkar. Hammadde içindeki çözünmeyen, bulanıklık oluşturan, filtrasyonu zorlaştıran veya sindirilebilirliği sınırlayan protein fraksiyonları, uygun koşullarda daha kısa peptitlere dönüştürülebilir; ancak bu etki nişasta, pektin, yağ veya selüloz gibi protein dışı bileşenleri doğrudan hedeflemez <sup>[1]</sup>.

## Çalışma mekanizması: Acid Protease proteini nasıl parçalar?

Acid Protease'in temel reaksiyonu, protein zincirindeki peptit bağının hidrolizidir. Enzim önce protein substratının belirli bir bölümünü aktif bölgesine alır; peptit bağının karbonil bölgesini reaksiyona uygun biçimde konumlandırır; ardından su molekülünün bağa saldırmasını kolaylaştırarak uzun protein zincirini daha kısa peptitlere ayırır [2].



**Figure 1.** 산성 프로테아제는 조절된 단백질 가수분해가 유용한 산성 식품, 양조, 제빵, 가죽, 식물성 단백질, 사료 공정 전반에 사용됩니다.

Bu mekanizma, mekanik parçalama veya kimyasal yakma değildir; belirli bağların katalitik olarak kırılmasıdır. Enzim reaksiyonda tüketilmez, bu nedenle uygun pH, sıcaklık, su aktivitesi ve substrat erişilebilirliği devam ettiği sürece yeni protein molekülleri üzerinde tekrar çalışabilir [1].

Asidik proteazların düşük pH koşullarındaki işlevi, gıda ve içecek prosesleri açısından özellikle değerlidir. Mikrobiyal asidik proteazlar üzerine yapılan derlemeler, bu enzimlerin peynir olgunlaşması, içecek prosesleri, protein hidrolizi ve fermente ürünlerdeki proteoliz gibi alanlarda önem taşıdığını belirtir [2].

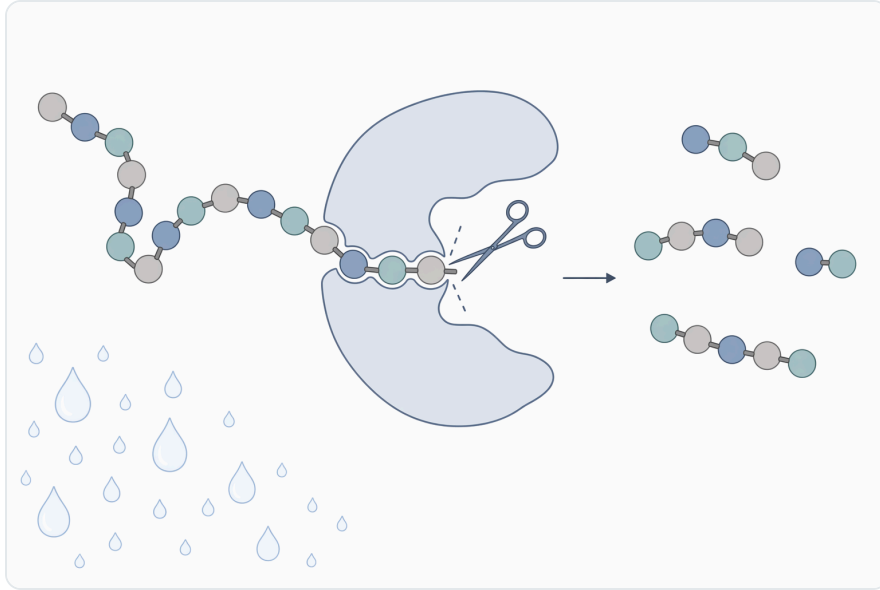
2021 yılında filamentöz bir mantardan asit proteaz üretimi, optimizasyonu ve karakterizasyonu üzerine yayımlanan bir çalışma, asit proteaz performansının pH, sıcaklık ve proses ortamı gibi değişkenlere duyarlı olduğunu gösterir. Bu bulgu, endüstriyel kullanımda “enzim eklendiğinde sonuç sabittir” yaklaşımı yerine, proses penceresinin doğru okunması gerektiğini destekler [3].

## Acid Protease'in başlıca uygulama alanları

### Fermantasyonda protein hidrolizi ve azot erişilebilirliği

Fermantasyon ortamları çoğu zaman tahıl, soya, baklagil, meyve, malt veya diğer bitkisel hammaddelerden gelen proteinleri içerir. Bu proteinler doğal mikrobiyal enzimlerle zaman içinde parçalanabilir, ancak prosesin hedefi daha kısa sürede daha erişilebilir azot fraksiyonları oluşturmaksa Acid Protease destekleyici bir biyokatalizör olarak kullanılabilir [1].

Soy sosu, sirke ve benzeri fermente ürünlerde protein hidrolizi yalnızca besin erişilebilirliği açısından değil, aroma öncüleri açısından da önemlidir. Mikrobiyal asidik proteazların gıda ve içecek endüstrilerindeki rolünü inceleyen kaynaklar, proteolizin tat gelişimi, peptit oluşumu ve fermente ürün karakteriyle bağlantılı olduğunu vurgular [2].



**Figure 2.** 산성 프로테아제는 물을 이용해 펩타이드 결합을 끊어 단백질 사슬을 더 작은 펩타이드와 아미노산 함유 조각으로 가수분해합니다.

Burada beklenen etki, proteinlerin daha kısa peptitlere ve bazı durumlarda serbest amino asitlere doğru parçalanmasıdır. Bu dönüşüm, maya veya bakteri metabolizmasının kullanabileceği azot kaynaklarının artmasına katkı sağlayabilir; ancak sonuç, hammaddenin protein içeriğine, fermantasyon süresine, pH profiline ve mevcut mikrobiyal topluluğa bağlıdır [4].

## Bitkisel proteinlerin ve soya bazlı hammaddelerin işlenmesi

Soya küspesi ve benzeri bitkisel protein kaynakları, gıda ve yem uygulamalarında ekonomik açıdan önemlidir; ancak protein erişilebilirliği ve bazı matriks etkileri proses performansını sınırlayabilir. 2024 yılında yüksek düzeyde salgılanan bir asit proteazın soya küspesi protein bozunmasında kullanıldığı bir çalışma, asit proteazların bitkisel protein hidrolizi için teknik olarak anlamlı bir araç olduğunu göstermektedir [5].

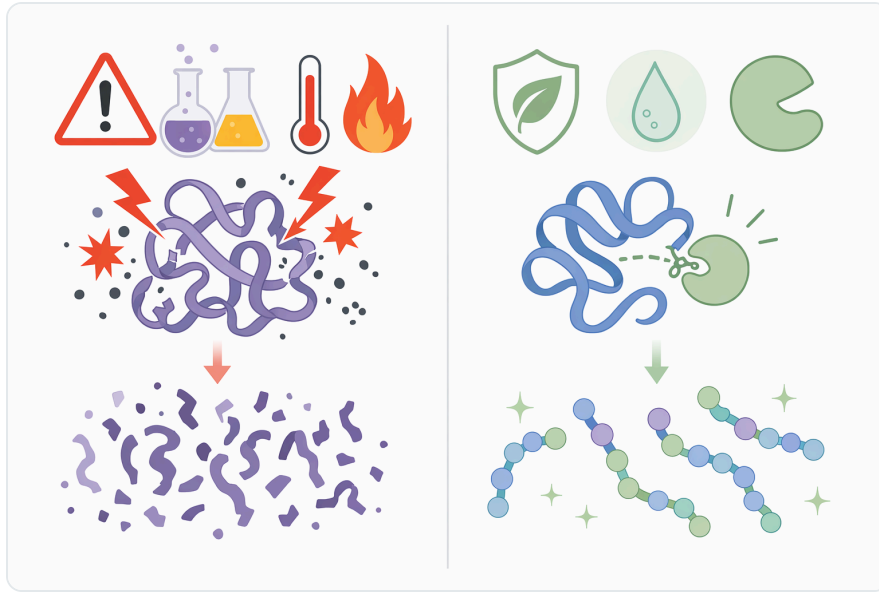
Bu tip uygulamalarda Acid Protease'in amacı, bitkisel proteinlerin tamamını "amino asit çözeltisine" dönüştürmek değil, hedeflenen hidroliz derecesine doğru kontrollü parçalanmayı desteklemektir. Peptit boyutu dağılımı, çözünürlük, acılık, viskozite ve besinsel işlevsellik gibi kalite parametreleri proses tasarımına bağlı olarak değişebilir [5].

Protein hidrolizatlarında asidik koşul tercihi, hammadde stabilitesi, mikrobiyal kontrol, tat profili veya sonraki proses aşamalarıyla ilişkili olabilir. Bu nedenle Acid Protease, özellikle düşük pH ortamında proteoliz istenen bitkisel protein proseslerinde, nötr veya alkali proteazlardan farklı bir teknik konumda değerlendirilir [2].

## İçeceklerde protein kaynaklı bulanıklığın azaltılması

Meyve suyu, şarap, bira ve bazı fermente içeceklerde bulanıklık her zaman aynı nedenden kaynaklanmaz. Proteinler, polifenoller, pektinler, nişasta kalıntıları veya mineral bileşenler farklı bulanıklık mekanizmaları oluşturabilir; Acid Protease yalnızca protein fraksiyonunu hedeflediği için problem doğru tanımlandığında anlamlıdır [6].

Protein kaynaklı bulanıklıkta proteazın etkisi, büyük ve çözünürlüğü sınırlı proteinleri daha küçük, çözünebilir veya filtrasyonda daha kolay yönetilebilir peptitlere dönüştürmesidir. Mikrobiyal proteazların içecek endüstrilerindeki kullanımı, özellikle berraklık, stabilite ve işleme kolaylığı bağlamında literatürde yer bulmuştur [2].



**Figure 3.** 산성, 중성, 알칼리성 및 특수 프로테아제는 주로 공정 pH 적합성, 기질에 미치는 영향, 과도하거나 부적절한 가수분해의 위험에서 차이가 납니다.

Meyve bazlı proseslerde pektin de önemli bir rol oynar; pektin kaynaklı viskozite veya jel benzeri yapı için pektinaz gibi farklı enzimler gerekir. Pektin ekstraksiyonu ve endüstriyel uygulamalarını ele alan güncel derlemeler, pektinin meyve matrisindeki ayrı bir biyopolimer olduğunu gösterdiğinden, proteaz ve pektinaz işlevlerinin karıştırılmaması gerekir [6].

### Süt ürünleri, peynir aroması ve kontrollü proteoliz

Proteazlar süt ürünlerinde özellikle kazein fraksiyonlarının parçalanması, peynir olgunlaşması ve aroma gelişimiyle ilişkilidir. 2023 yılında enzim modifiye peynir üretiminde proteaz veya lipaz eklenmesini değerlendiren bir çalışma, proteazların kalite özellikleri üzerinde etkili olabileceğini göstermiştir [7].

Bu uygulamada Acid Protease'in rolü, pH ve ürün tipine bağlı olarak protein parçalanmasını hızlandırmak veya belirli peptit profillerinin oluşumuna katkı sağlamaktır. Ancak peynir ve süt ürünlerinde proteoliz aşırı ilerlerse acılık, doku zayıflaması veya istenmeyen tatlar oluşabileceği için enzim etkisi kontrollü proses bağlamında değerlendirilmelidir [7].

2024 yılında yayımlanan bir çalışma, enzim sistemleri ve hücre dışı ekstraktların cheddar tipi enzim modifiye peynirde lezzet telafisi mekanizmalarına katkısını incelemiştir. Bu, proteolizin tek başına değil, lipoliz, mikrobiyal metabolizma ve olgunlaşma kimyasıyla birlikte ürün karakterini etkilediğini gösterir [8].

## Yem, sindirilebilirlik ve protein kullanımının desteklenmesi

Proteazlar yem endüstrisinde, protein fraksiyonlarının daha erişilebilir peptidlere dönüştürülmesi amacıyla kullanılır. Genel proteaz derlemeleri, bu enzimlerin hayvan besleme uygulamalarında protein kullanımını destekleyen biyokatalizörler olarak değerlendirildiğini belirtir [1].

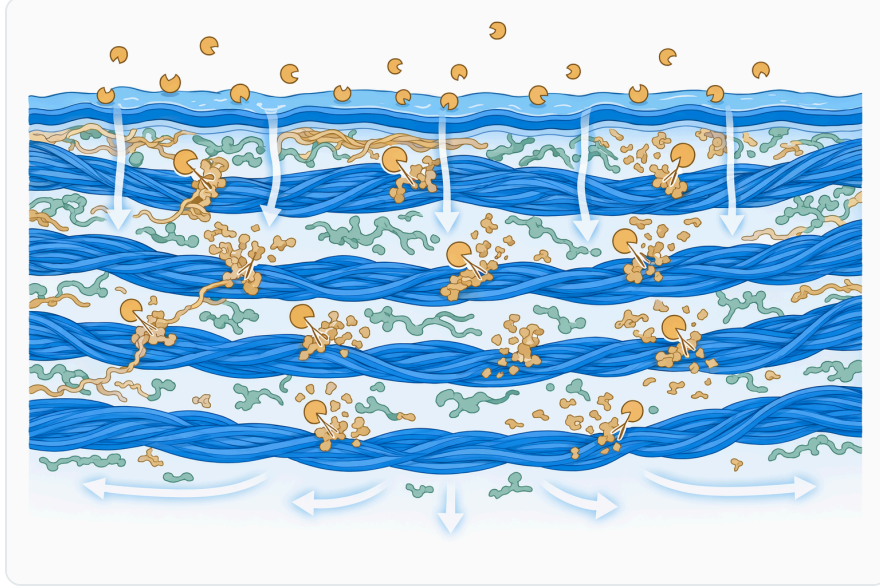


Figure 4. 산성 가죽 베이팅 공정에서 산성 프로테아제는 주요 콜라겐 네트워크를 보존하면서 콜라겐 섬유 주변의 단백질성 물질을 느슨하게 할 수 있습니다.

Acid Protease burada özellikle asidik ön işlem veya mide benzeri düşük pH koşullarını taklit eden sistemler açısından teknik ilgi taşır. Bununla birlikte yem uygulamalarında sonuç; tür, hammadde kompozisyonu, peletleme veya ısıl işlem geçmişi ve rasyon formülasyonuna bağlıdır [5].

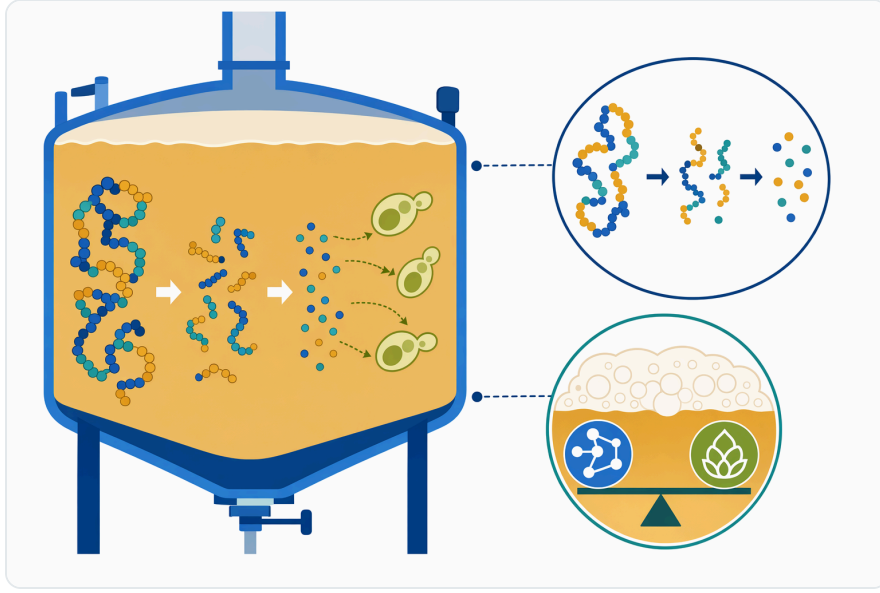
Bitkisel yem hammaddelerinde protein erişilebilirliği kadar fitik asit gibi diğer antinutrisyonel faktörler de önemlidir. Fitik asit ve fitaz uygulamaları üzerine yapılan derlemeler, mineral bağlama ve fitat parçalanmasının proteazdan farklı bir enzimatik hedef olduğunu ortaya koyar; bu nedenle Acid Protease protein sorunlarına, fitaz ise fitat sorunlarına yöneliktir [9].

## Deri prosesi ve protein bazlı kalıntıların uzaklaştırılması

Deri işlemede proteazlar, kolajen dışı proteinlerin, interfibriler maddelerin veya istenmeyen protein kalıntılarının uzaklaştırılmasına yardımcı olabilir. Proteazların çok endüstrili uygulamalarını inceleyen kaynaklar, deri proseslerinde enzim kullanımının daha kontrollü işlem ve kimyasal yükün azaltılması bakımından değerlendirildiğini belirtir [1].

Acid Protease'in bu alandaki özel değeri, asidik aşamalarda protein bazlı kalıntıların hedeflenebilmesidir. Ancak deri prosesi; tuz, asit, mekanik işlem, deri tipi, süre ve sıcaklık gibi birçok değişken içerdiğinden, proteaz etkisi yalnızca enzime değil tüm proses matrisine bağlıdır [3].

Deri uygulamalarında kritik ayırım şudur: Acid Protease proteinleri hedefler, yağları veya mineral kalıntıları çözmek için tasarlanmış bir ajan değildir. Bu nedenle proses sonucunun doğru yorumlanması, hangi bileşenin kalite sorununa yol açtığına anlaşılmasına bağlıdır [4].



**Figure 5.** 양조 및 발효에서 조절된 산성 프로테아제 처리는 효모가 이용할 수 있는 질소를 증가시킬 수 있지만, 과도한 단백질 분해는 거품 형성에 유리한 단백질을 감소시킬 수 있습니다.

### Tütün yaprağı ve özel protein giderme uygulamaları

Enzymes.bio ürün bağlamında Acid Protease, tütün yaprağı işleme ve protein bazlı kalıntıların giderilmesi gibi özel uygulamalarla da ilişkilendirilir. Bu uygulamalarda temel mantık, yaprak veya yüzey matrisindeki proteinlerin daha küçük parçalara ayrılması ve protein kaynaklı olumsuz etkilerin azaltılmasına katkı sağlanmasıdır .

Bu alanlarda kanıt düzeyi, genel protein hidrolizi veya gıda fermantasyonu kadar geniş değildir. Bu nedenle tütün ve özel yüzey uygulamaları, proteaz mekanizmasıyla uyumlu olmakla birlikte, proses özelinde daha değişken sonuç verebilecek kullanım alanları olarak ele alınmalıdır [1].

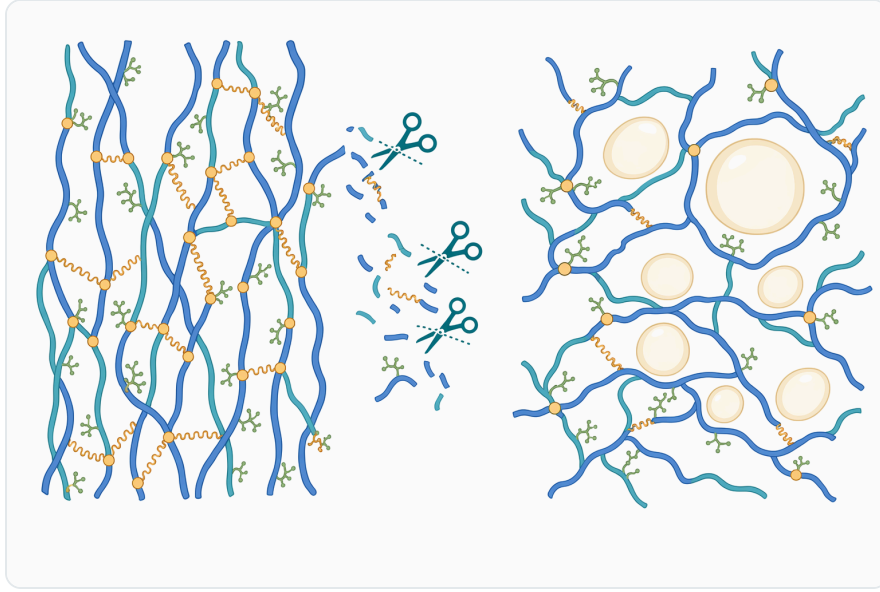
## Acid Protease, nötr ve alkali proteazlardan nasıl ayrılır?

Proteaz seçimi yalnızca “protein parçalama” ihtiyacına göre yapılmaz; prosesin pH koşulu, hammadde yapısı ve hedef kalite etkisi de belirleyicidir. Acid Protease düşük pH ortamlarında anlamlyken, nötr veya alkali koşullarda çalışan proteazlar farklı endüstriyel alanlarda tercih edilebilir <sup>[1]</sup>.

| Proteaz tipi   | Tipik proses ortamı   | Başlıca teknik kullanım   | Acid Protease'e göre farkı   |
|----------------|---|---|--|
| Acid Protease  | Asidik fermantasyonlar, meyve bazlı sistemler, asidik protein hidrolizi | Proteinleri düşük pH koşullarında peptitlere ayırma                       | Asidik pH'da işlev görmesi nedeniyle fermente gıda, içecek ve asidik ön işlem uygulamalarında öne çıkar <sup>[2]</sup> |
| Nötr proteaz   | Yaklaşık nötr prosesler   | Genel protein modifikasyonu, bazı gıda ve biyoproses uygulamaları         | Asit ayarı gerekmeyen sistemlerde kullanılabilir; düşük pH odaklı değildir <sup>[1]</sup>                              |
| Alkali proteaz | Alkalın deterjan, bazı deri ve atık işleme uygulamaları                 | Protein lekesi giderme, deterjan uyumluluğu, alkali proseslerde proteoliz | Asidik içecek veya fermantasyon yerine yüksek pH proseslerinde teknik avantaj sağlar <sup>[10]</sup>                   |

Alkali proteazlar özellikle deterjan ve yüksek pH koşullarında araştırılmıştır. Örneğin *Bacillus paramycoides* kaynaklı alkali proteaz üzerine yapılan güncel bir çalışma, bu tip enzimlerin yeşil deterjan endüstrisiyle ilişkilendirildiğini gösterir; bu Acid Protease'in değil, pH uyumlu proteaz seçiminin önemini ortaya koyar <sup>[10]</sup>.

Benzer şekilde balık atıklarını substrat olarak kullanan alkali proteaz çalışmaları, farklı proteazların farklı pH ortamları ve hammaddelerde değerlendirildiğini gösterir. Bu nedenle Acid Protease, her proteaz uygulamasının yerine geçen genel bir çözüm değil, asidik proseslerde protein hidrolizi için uygun bir seçenektir <sup>[11]</sup>.



**Figure 6.** 산성 반죽 시스템에서 부분적인 단백질 분해는 글루텐 단백질을 짧게 만들어 가스 보유력을 완전히 파괴하지 않으면서 반죽의 신장성을 높일 수 있습니다.

## Proses performansını etkileyen teknik faktörler

Acid Protease'in performansı, yalnızca ürünün varlığına değil, proteinin enzime ne kadar erişilebilir olduğuna bağlıdır. Katı partikül yapısı, protein denatürasyonu, su miktarı, karıştırma ve proses süresi gibi faktörler, enzim-substrat temasını doğrudan etkiler [3].

pH, asit proteaz kullanımında temel değişkendir. Enzim asidik koşullarda işlev görmek üzere seçilse de, her protein substratı ve proses matrisi aynı yanıtı vermez; fazla düşük veya proses dışı pH koşulları hem protein yapısını hem de enzim konformasyonunu etkileyebilir [3].

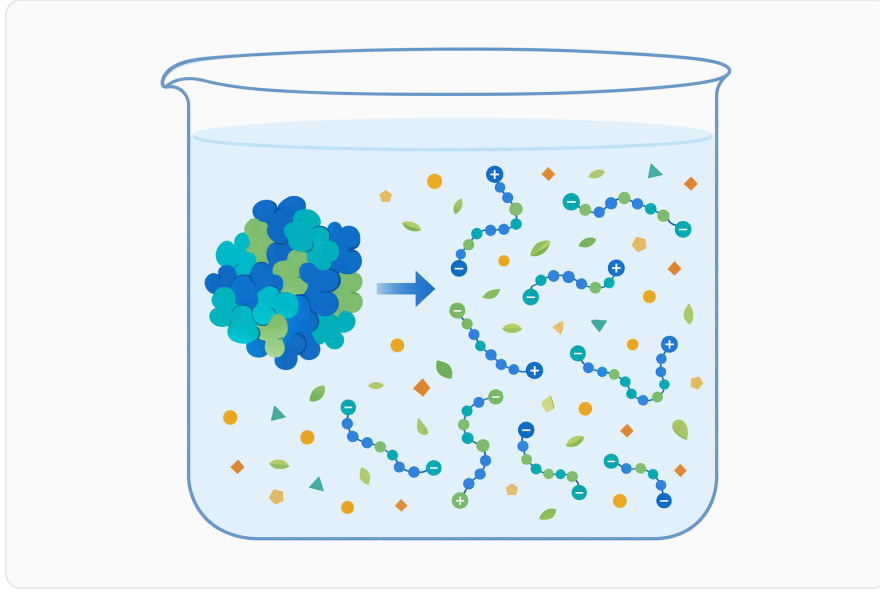
Sıcaklık da çift yönlü bir parametredir. İlmli sıcaklık artışı reaksiyon hızını yükseltebilir, fakat enzim yapısını bozacak koşullarda aktivite kaybı görülebilir; bu nedenle sıcaklık yalnızca hızlandırıcı değil, stabiliteyi sınırlayan bir değişken olarak da değerlendirilmelidir [3].

Tuz, şeker, polifenol, organik asit veya diğer katkıları gibi matris bileşenleri, proteinin çözünürlüğünü ve enzimin erişimini değiştirebilir. Fermente gıda ve içecek sistemlerinde bu bileşenler doğal olarak bulunduğu için Acid Protease etkisi saf protein çözeltilisindeki davranıştan farklı olabilir [2].

## Bilimsel kanıtın güçlü ve sınırlı olduğu noktalar

En güçlü bilimsel temel, proteazların proteinlerdeki peptit bağlarını hidrolize etmesidir. Bu mekanizma iyi tanımlanmıştır ve proteazların gıda, yem, deri, deterjan ve biyoteknolojik proseslerde geniş kullanım alanı bulmasının ana nedenidir [1].

Asidik proteazların gıda ve içecek uygulamalarındaki rolü de güçlü biçimde desteklenir. Mikrobiyal asidik proteazlar üzerine yapılan derleme, bu enzimlerin peynir, içecek, protein hidrolizi ve fermente ürünler gibi alanlarda önemli olduğunu belirtir [2].



**Figure 7.** 산성 프로테아제는 치밀한 대두 및 식물성 단백질을 더 작은 펩타이드로 전환하여 용해성, 분산성, 풍미 전구체 형성 가능성을 변화시킬 수 있습니다.

Bitkisel protein hidrolizi açısından kanıt giderek güçlenmektedir. 2024 tarihli çalışma, asit proteazın soya küspesi proteinlerinin parçalanmasında uygulanabilirliğini göstermesi bakımından özellikle bitkisel hammadde işleme perspektifi için önemlidir [5].

Daha sınırlı yorumlanması gereken alanlar ise tütün yaprağı işleme ve özel yüzey protein giderme gibi uygulamalardır. Bu uygulamalarda temel proteaz mekanizması geçerli olsa da, performans göstergeleri ürün tipine, proses koşullarına ve hedef kalite tanımına göre daha fazla değişkenlik gösterebilir .

## Enzymes.bio Acid Protease ürününün B2B kullanım perspektifi

Enzymes.bio, Acid Protease'i üretici veya laboratuvar iddiasıyla değil, çevrim içi tedarik edilen bir enzim ürünü olarak sunar. Ürün, 1 kg birimler halinde doğrudan çevrim içi sipariş edilebilir ve siparişle birlikte CoA ile SDS sağlanır .

B2B kullanıcı için temel soru, uygulamanın gerçekten protein kaynaklı bir proses sorununa sahip olup olmadığıdır. Eğer sorun protein bulanıklığı, protein çözünürlüğü, fermantasyon hammaddesinde proteoliz, protein hidrolizatı üretimi veya protein bazlı kalıntı giderimi ise Acid Protease teknik olarak anlamlı bir seçenek olabilir [1].

Buna karşılık pektin kaynaklı viskozite, nişasta kaynaklı bulanıklık, yağlı kir veya mineral tortu gibi problemler Acid Protease'in birincil hedefi değildir. Bu ayırım, yanlış enzim seçimini önlemek ve proses sonucunu doğru yorumlamak için önemlidir [6].

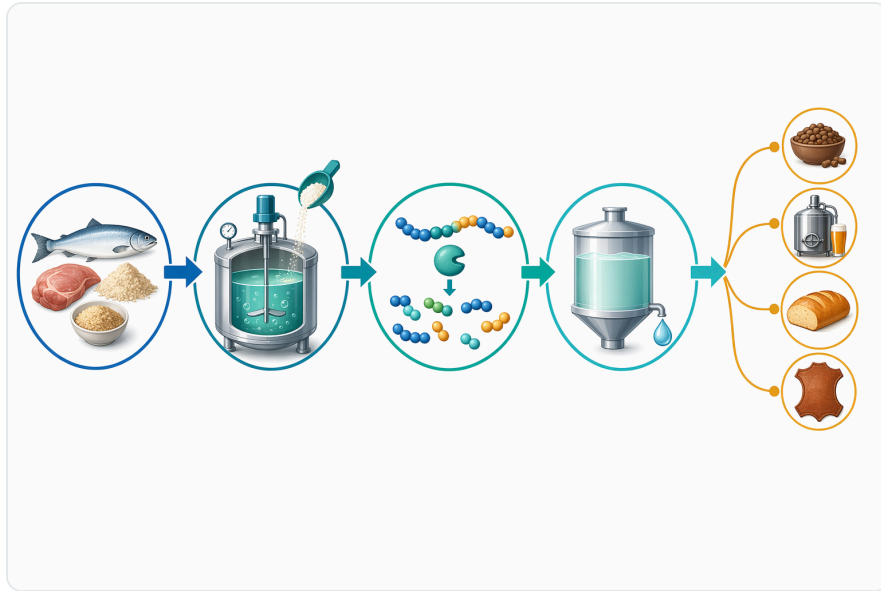


Figure 8. Enzymes.bio 구매 절차는 1kg 단위 온라인 주문 후 결제, 주문 처리, 배송, COA 및 SDS 문서 제공 순으로 진행됩니다.

Acid Protease'in proses değeri, proteinleri daha yönetilebilir peptidlere dönüştürmesinden gelir. Bu dönüşüm fermantasyonda azot erişilebilirliğini, içeceklerde filtrasyon davranışını, protein hidrolizatlarında çözünürlük ve peptit profilini, deri proseslerinde ise protein bazlı kalıntı kontrolünü destekleyebilir [2].

## Güvenli, gerçekçi ve uygulamaya dönük sonuç

Acid Protease, asidik koşullarda protein hidrolizi gereken proseslerde kullanılan teknik bir biyokatalizördür. En güçlü ve en genel etkisi, proteinlerdeki peptit bağlarını parçalayarak daha kısa peptitler ve amino asit fraksiyonları oluşturmalarıdır [1].

Fermantasyon, içecek işleme, bitkisel protein hidrolizi, süt ürünleri, yem ve deri proseslerinde kullanım gereksesi, bu ortak mekanizmaya dayanır. Ancak sonuçlar her zaman pH, sıcaklık, süre, hammadde yapısı ve proses matrisine bağlı olduğundan Acid Protease, standart bir “her koşulda aynı sonuç” katkısı değil, protein hedefli bir proses aracıdır [3].

Enzymes.bio üzerinden tedarik edilen Acid Protease, çevrim içi olarak 1 kg birimler halinde sipariş edilebilen, siparişe CoA ve SDS sağlanan bir enzim ürünüdür. En doğru kullanım perspektifi, enzimi asidik protein hidrolizi gereken net uygulamalarda değerlendirmek ve etkisini protein kaynaklı proses hedefleriyle ilişkilendirmektir .

### Acid Protease 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.

[Acid 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. Naveed, M., Nadeem, F., Mehmood, T., Bilal, M., Anwar, Z., & Amjad, F. (2020). Protease—A Versatile and Ecofriendly Biocatalyst with Multi-Industrial Applications: An Updated Review. *Catalysis Letters*, 1-17.
2. Mamo, J., & Assefa, F. (2018). The Role of Microbial Aspartic Protease Enzyme in Food and Beverage Industries. *Journal of Food Quality*.
3. Usman, A., Mohammed, S., & Mamo, J. (2021). Production, Optimization, and Characterization of an Acid Protease from a Filamentous Fungus by Solid-State Fermentation. *International Journal of Microbiology*, 2021.
4. Sun, Z., Wu, Y., Long, S., Feng, S., Jia, X., Hu, Y., Ma, M., ... et al. (2024). Aspergillus oryzae as a Cell Factory: Research and Applications in Industrial Production. *Journal of Fungi*, 10.

5. Xue, Y., Yan, Q., Tian, X., Han, D., & Jiang, Z. (2024). High-level secretory expression and characterization of acid protease in Komagataella phaffii and its application in soybean meal protein degradation.. *International Journal of Biological Macromolecules*, 137011 .
6. Riyamol, J., Chengaiyan, G., Singh, S., Ahmad, F., Haque, S., & Çapanoğlu, E. (2023). Recent Advances in the Extraction of Pectin from Various Sources and Industrial Applications. *ACS Omega*, 8, 46309 - 46324.
7. Li, L., Pei, Y., Cheng, K., Deng, Y., Dong, X., Fang, R., Chu, B., ... et al. (2023). Production and evaluation of enzyme-modified cheese adding protease or lipase to improve quality properties.. *Journal of Bioscience and Bioengineering*.
8. Fan, X., Zhao, Y., Mao, W., Zhang, H., Li, M., Luo, Y., Zhou, H., ... et al. (2024). Preparation of a novel enzyme-modified cheddar cheese: Molecular mechanism of cheese flavor compensation by synergistic action of cell-free extracts and enzyme systems.. *Food Chemistry*, 467, 142281 .
9. Prajapati, M., & Shah, H. (2022). Impacts and Industrial Applications of Phytic Acid and Phytase. *Journal of Pure and Applied Microbiology*.
10. Alshehri, W., Alhothifi, S. A., Khalel, A. F., Alqahtani, F. S., Hadrich, B., & Sayari, A. (2025). Production optimization of a thermostable alkaline and detergent biocompatible protease by Bacillus paramycoides WSA for the green detergent industry. *Scientific Reports*, 15.
11. 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 .

## 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.