

# Neutral Protease Bacillus subtilis Protease: Un ve Hamur Protein Modifikasyonu için Nötral Proteaz

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

Neutral Protease Bacillus subtilis Protease, un ve protein içeren gıda matrislerinde kontrollü proteoliz için kullanılan nötral karakterli bir proteaz ürünüdür. Başlıca işlevi, gluten ve diğer un proteinlerindeki peptit bağlarını kısmen hidrolize ederek hamur reolojisini, protein çözünürlüğünü ve tekstür gelişimini proses hedeflerine göre değiştirmeye yardımcı olmaktır. Enzymes.bio bu ürünü 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan tedarik eder; CoA ve SDS siparişe birlikte sağlanır.

## Ürün kapsamı ve teknik konumlandırma

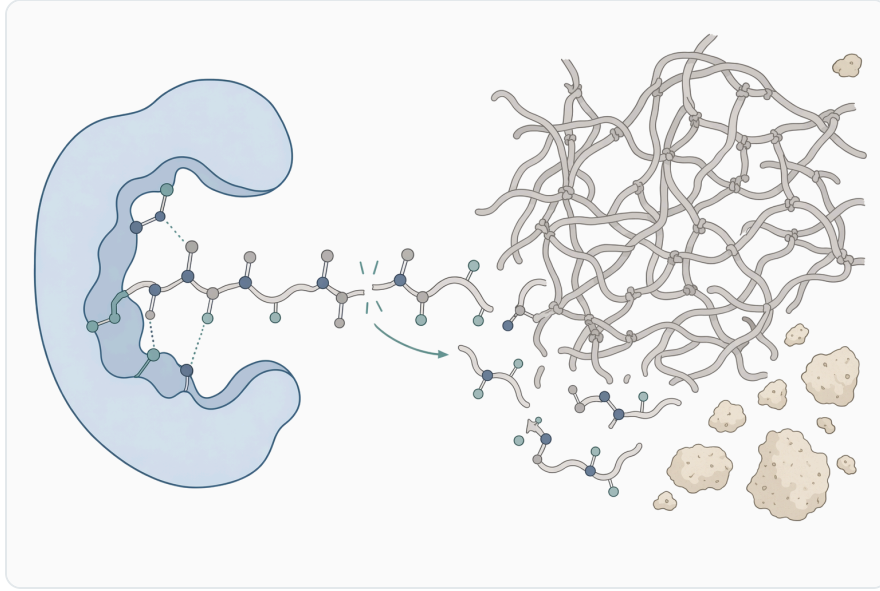
Neutral Protease Bacillus subtilis Protease, un işleme, hamur hazırlama ve protein içeren gıda sistemlerinde “protein ağını kontrollü biçimde modifiye etme” amacıyla değerlendirilen bir endüstriyel enzim ürünüdür. Ürünün adı *Bacillus subtilis* kaynaklı bir proteaz karakterine işaret eder; bu dokümanda teknik değerlendirme, enzimin proteinlerdeki peptit bağlarını hidrolize etmesi ve bunun un matrisi üzerindeki proses etkileriyle sınırlıdır. Gıda endüstrisinde enzimlerin kullanım amacı çoğu zaman tek bir kimyasal dönüşümü değil, bu dönüşümün su tutma, viskozite, doku, aroma öncülü veya proses verimliliği gibi ölçülebilir kalite parametrelerine yansımalarını yönetmektir <sup>[1]</sup>.

Enzymes.bio bu ürün için üretici veya laboratuvar rolünde değildir; ürün, çevrim içi sipariş modeliyle 1 kg birimler halinde doğrudan tedarik edilir. Satın alma sonrası sipariş işleme ve teslimat akışı başlar; CoA ve SDS siparişe birlikte sağlanır. Bu ayrım önemlidir, çünkü ürün sayfasındaki teknik içerik üretim, analiz veya laboratuvar validasyonu iddiası olarak değil, B2B müşterinin proses kararlarını daha bilinçli vermesine yardımcı olan uygulama odaklı açıklama olarak okunmalıdır.

Ürün adında yer alan “flour-specific” ifadesi, uygulama odağının un ve hamur prosesleri olduğunu anlatır. Bununla birlikte un, tek tip bir substrat değildir: buğday unu, tam buğday unu, bakliyat unları, nişasta ağırlıklı karışımlar veya fonksiyonel un bileşenleri farklı protein oranlarına, farklı su bağlama davranışına ve farklı enzim duyarlılığına sahip olabilir. Örneğin tam buğday ununun özelliklerinin çimlendirme koşullarıyla değişebildiğini gösteren çalışmalar, un performansının yalnızca protein miktarına değil, tahılın işleme geçişine ve matris bileşimine de bağlı olduğunu ortaya koyar <sup>[2]</sup>.

## Nötral proteazın çalışma mekanizması

Proteazlar, proteinlerde amino asitleri birbirine bağlayan peptit bağlarının hidrolizini katalizler. Bu reaksiyonda protein zincirinin belirli bölgeleri su katılımıyla parçalanır; uzun ve ağ oluşturan proteinler daha kısa peptitlere, daha ileri koşullarda ise küçük peptitlere ve serbest amino asitlere doğru dönüşebilir. Enzim teknolojisi literatüründe gıda proseslerinde kullanılan hidrolitik enzimlerin temel değeri, bu kimyasal dönüşümü ılımlı proses koşullarında ve seçici biçimde hızlandırabilmeleridir <sup>[1]</sup>.



**Figure 1.** Bacillus subtilis 유래 중성 프로테아제는 글루텐 단백질의 펩타이드 결합을 가수분해하여 반죽의 탄성을 낮추고 취급성을 향상시킨다.

Bu reaksiyonu un bağlamında somutlaştırmak için gluten ağını düşünmek yararlıdır. Buğday ununda gliadin ve glutenin fraksiyonları hidrasyon ve yoğurma sırasında viskoelastik bir ağ oluşturur; bu ağ hamurun elastikiyetini, uzayabilirliğini, gaz tutma davranışını ve şekillendirilebilirliğini etkiler. Proteaz kısmi hidroliz yaptığında ağın bütünlüğü azalabilir, protein-protein etkileşimleri zayıflayabilir ve hamurun mekanik yanıtı daha kısa karıştırma veya daha kolay şekillendirme yönünde değişebilir. Buğday gluteninin proteaz modifikasyonu ile çözünürleşmesini inceleyen güncel bir çalışma, etkinin yalnızca bağ kesilmesiyle değil, protein konformasyonu ve moleküller arası etkileşimlerdeki değişimlerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini vurgular <sup>[3]</sup>.

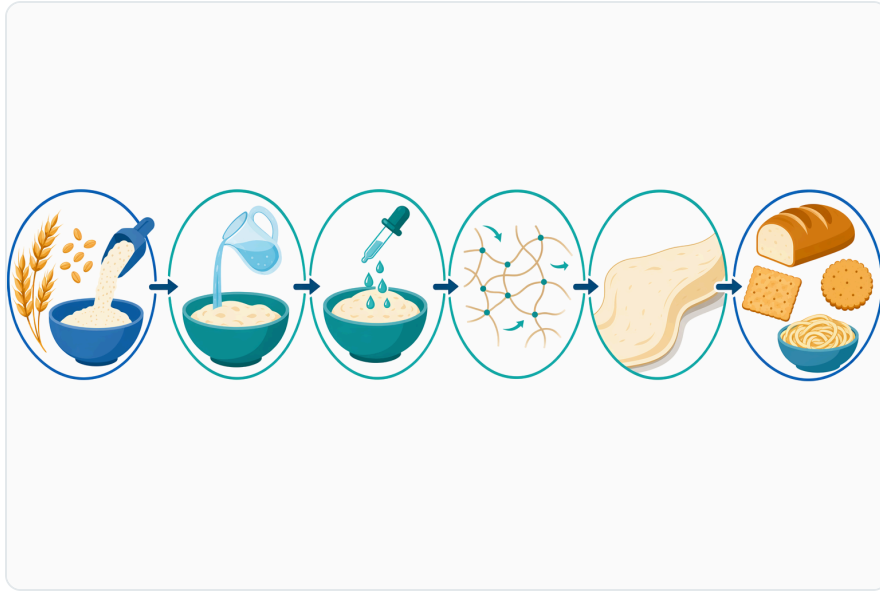
“Neutral protease” tanımı, enzimin pratikte nötr çevreye yakın proseslerde değerlendirildiğini anlatır; bu ifade, her un formülünde aynı performansın otomatik olarak elde edileceği anlamına gelmez. Proteaz davranışı pH, sıcaklık, temas süresi, su aktivitesi, iyonik ortam, tuz, şeker, yağ, oksidan/indirgen

bileşenler ve substratın erişilebilirliğiyle değişir. Nötral proteaz üretimi, aktivite kinetiği ve gıda endüstrisi uygulamalarını birlikte ele alan çalışmalar, bu enzim grubunda proses koşullarının performans yorumunun ayrılmaz parçası olduğunu gösterir [4].

Mekanizmanın kritik noktası “tam parçalama” değil, “kontrollü kısmi hidroliz”dir. Unlu mamullerde protein ağının tamamen bozulması çoğu zaman istenmeyen gevşeklik, hacim kaybı veya yapısal zayıflık doğurabilir; buna karşılık sınırlı proteoliz, belirli ürünlerde hamurun aşırı dirençli davranmasını azaltabilir. Bu nedenle nötral proteaz uygulaması, özellikle kraker, bisküvi, gofret, erişte, bazı yassı ürünler veya kolay açılma/şekillenme beklenen hamurlar için teknik olarak anlamlıdır.

## Un ve gluten matrisinde beklenen proses etkileri

Un uygulamalarında proteazın ilk gözlenen etkisi çoğunlukla hamur reolojisinde ortaya çıkar. Gluten ağı kısmen parçalandığında hamurun elastik geri toplama eğilimi azalabilir, uzayabilirlik değişebilir ve şekillendirme sırasında daha yönetilebilir bir yapı oluşabilir. Proteazla modifiye edilen buğday gluteninde çözünürleşme davranışını inceleyen çalışmalar, hidrolizin protein yapısını ve moleküler etkileşimleri değiştirdiğini gösterdiğinden, hamur davranışındaki değişimin yalnızca “protein azaldı” şeklinde değil, “protein ağı yeniden düzenlendi” şeklinde anlaşılması daha doğrudur [3].



**Figure 2.** 밀가루 가공에서는 굽거나 성형하기 전에 글루텐 강도를 조절하기 위해 혼합 단계에서 중성 프로테아제를 투입한다.

İkinci etki su dağılımı ve çözünür fraksiyonlarla ilgilidir. Uzun ve ağ oluşturan proteinler hidrolizle daha kısa peptitlere dönüştüğünde, bu parçaların suyla etkileşimi, nişasta granülleriyle çevresel ilişkisi ve hamur fazındaki hareketliliği değişebilir. Bu durum karıştırma davranışını, hamurun yüzey hissini,

pişirme öncesi viskoziteyi ve pişirme sonrası kırılabilirlik ya da yumuşaklık algısını etkileyebilir. Gıda enzimleri üzerine yapılan geniş değerlendirmeler, protein hidrolizinin tekstür ve fonksiyonel özellik yönetiminde kullanılan temel araçlardan biri olduğunu belirtir [1].

Üçüncü etki, peptit ve amino asit oluşumunun duyu ve reaksiyonel sonuçlarıdır. Protein hidroliziyle oluşan küçük peptitler ve amino asitler, bazı sistemlerde aroma öncülleri veya esmerleşme reaksiyonlarının girdileri olarak rol oynayabilir. Bu mekanizma peynir gibi protein ağırlıklı matrislerde daha belirgin incelenmiştir; ancak unlu mamullerde de ısıl işlem, şeker varlığı ve su aktivitesi gibi faktörlerle birlikte dolaylı kalite etkileri ortaya çıkabilir. Nötral proteazların gıda proteinlerinde hidroliz ve fonksiyonel dönüşüm oluşturabildiğini gösteren çalışmalar, bu bağlantının biyokimyasal temelini destekler [5].

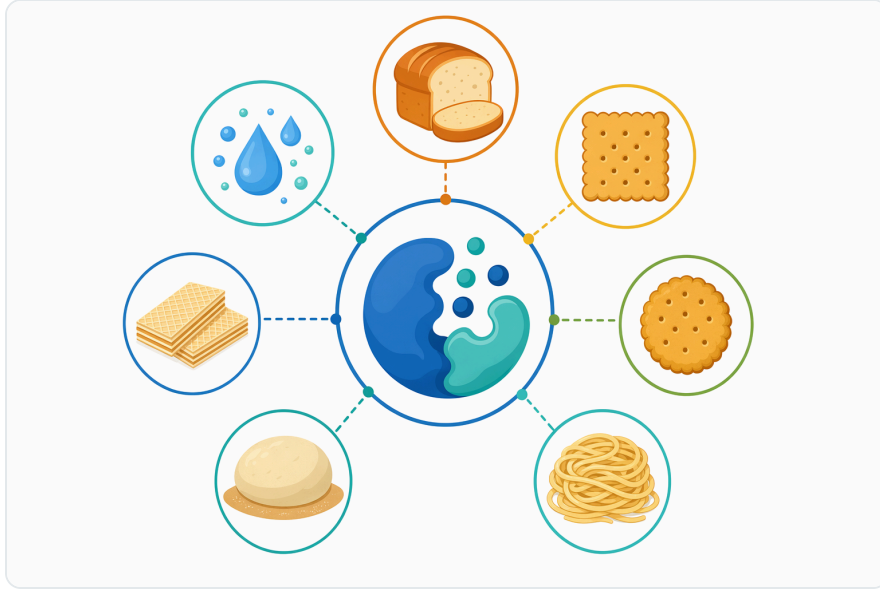
Buna karşılık nötral proteaz kullanımı “gluteni ortadan kaldırma” veya “çölyak hastaları için güvenli ürün üretme” iddiası olarak yorumlanmamalıdır. Gluten immünoreaktivitesi, peptit dizisi, sindirim direnci ve bağışıklık yanıtı gibi daha özel biyolojik ölçütlere bağlıdır; genel protein hidrolizi bu alanlarda tek başına yeterli kanıt sayılmaz. Gıdalla alınan proteaz inhibitörleri ve sindirim fizyolojisi üzerine yapılan incelemeler, gıda proteinlerinin sindirim ve biyolojik etkilerinin yalnızca parçalanma miktarıyla değil, peptit yapısı ve fizyolojik bağlamla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini gösterir [6].

## Uygulama alanları: un odaklı fakat protein matrisi mantığıyla açıklanabilir

### Kraker, bisküvi ve gofret tipi ürünler

Düşük elastikiyet ve kontrollü kırılabilirlik istenen kraker, bisküvi ve gofret benzeri ürünlerde protein ağının çok güçlü olması proses zorluğu yaratabilir. Hamurun açılması sırasında geri toplama, kesim sonrası şekil değişimi veya pişirme öncesi mekanik direnç gibi sorunlar, kontrollü proteolizle azaltılabilir. Bu tür uygulamalarda nötral proteazın amacı hamuru “çökertmek” değil, istenen kalınlık, yüzey ve kırılma davranışına daha uyumlu bir protein yapısı oluşturmaya yardımcı olmaktır [3].

Bu ürünlerde başarı, proteazın temas ettiği aşamanın doğru seçilmesine bağlıdır. Enzim çok erken ve uzun süre çalışırsa protein ağı fazla zayıflayabilir; çok geç eklenirse yeterli hidrasyon ve substrat erişimi oluşmayabilir. Gıda enzimlerinin proses tasarımındaki etkisini inceleyen kaynaklar, enzim uygulamasının ürün formülasyonu ve proses akışıyla birlikte ele alınması gerektiğini vurgular [4].



**Figure 3.** 중성 프로테아제는 제빵 및 곡물 가공에서 반죽의 신장성, 식감, 기계 가공성을 조절하는 데 사용된다.

### **Erişte, yassı hamur ve şekillendirilmiş unlu ürünler**

Erişte ve yassı hamur proseslerinde hamurun uzama, kesilme ve yüzey bütünlüğü davranışı önemlidir. Bazı formülasyonlarda fazla dirençli gluten yapısı, açma sırasında enerji ihtiyacını artırabilir veya şekil stabilitesini olumsuz etkileyebilir. Kısmi proteoliz, protein ağındaki gerilimi azaltarak daha kontrollü işlenebilirlik sağlayabilir; ancak aşırı proteoliz, kopma, yapışma veya pişirme dayanımında düşüş gibi ters sonuçlar doğurabilir [3].

Bu nedenle nötral proteaz, yüksek hacimli ekmek üretiminde kullanılan gluten güçlendirme stratejilerinin karşısı gibi değil, farklı ürün hedeflerine hizmet eden ayrı bir tekstür yönetim aracı olarak değerlendirilmelidir. Ekmekte güçlü gaz tutma ve elastik ağ öncelikli olabilirken, kraker veya yassı hamurda kontrollü gevşeme daha değerli olabilir. Enzim teknolojisi literatüründe aynı reaksiyonun farklı gıda kategorilerinde farklı kalite çıktıları yaratabilmesi, uygulama bağlamının önemini gösterir [4].

### **Fermente veya ısıl işlem gören unlu mamuller**

Fermentasyon veya pişirme içeren sistemlerde proteazın oluşturduğu peptitler maya beslenmesi, aroma öncülü oluşumu veya ısıl reaksiyonlar üzerinde dolaylı etki gösterebilir. Bu etkiler, formülasyondaki şeker düzeyi, tuz, yağ, su aktivitesi ve fermentasyon süresiyle birlikte şekillenir. Laktik asit bakterileri ve fonksiyonel gıda bileşenleri üzerine yapılan çalışmalar, gıda matrisindeki peptit ve biyoaktif bileşen oluşumunun mikrobiyal ve enzimatik süreçlerle bağlantılı olabileceğini göstermektedir [7].

Bununla birlikte fermente unlu ürünlerde proteaz etkisi her zaman olumlu yönde olmayabilir. Hamur yapısının fazla zayıflaması gaz tutmayı azaltabilir, ürün hacmini düşürebilir veya iç doku kusurlarına yol açabilir. Bu nedenle nötral proteaz, özellikle elastikiyet azaltma veya kısa tekstür elde etme hedefi olan ürünlerde daha doğrudan bir araçtır; yüksek hacim ve güçlü ağ gerektiren formülasyonlarda daha dikkatli değerlendirilmelidir.

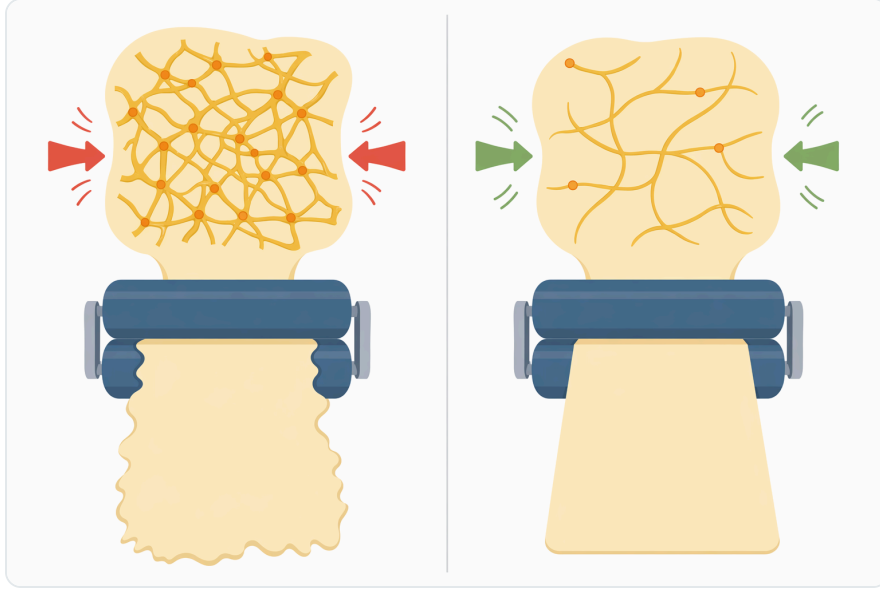


Figure 4. 기계적 또는 화학적 반죽 연화 방법과 비교할 때, 프로테아제 처리는 온화한 가공 조건에서 글루텐을 선택적으로 이완시킬 수 있다.

### Bitkisel proteinler ve un dışı protein sistemleri

Nötral proteazların değeri yalnızca buğday gluteninde değil, soya, bakliyat veya diğer bitkisel protein izolatlarında da hidroliz ve fonksiyonel değişim oluşturabilmelerinden gelir. Yeni bir nötral proteazın soya izolatlarının enzimatik sindirimiyle birlikte incelendiği çalışma, proteazların bitkisel protein matrislerinde çözünürlük, hidroliz ve peptit profili açısından kullanılabilir olduğunu göstermektedir [5].

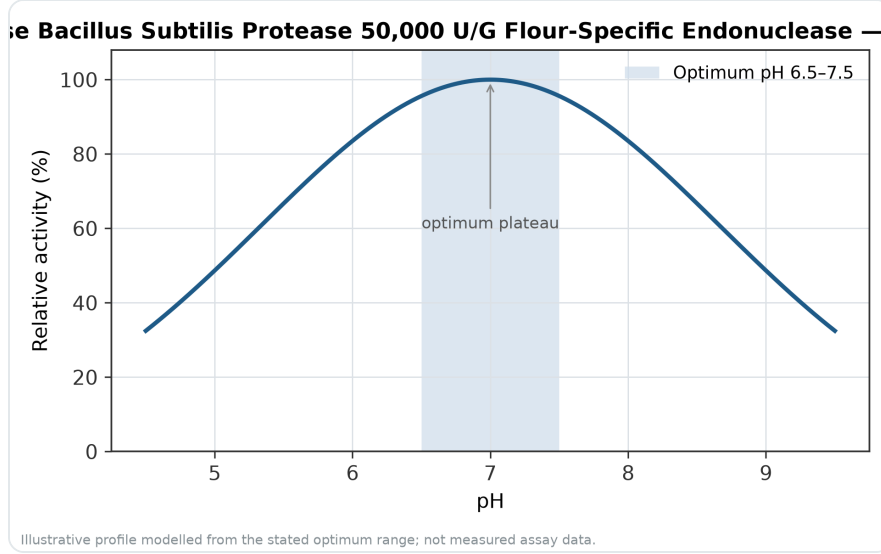
Bu bilgi un uygulamasına birebir aktarılmamalıdır; çünkü soya izolatu ile buğday unu hem protein yapısı hem nişasta/lif/mineral içeriği bakımından farklıdır. Yine de temel mekanizma aynıdır: enzimin erişebildiği protein bölgelerinde peptit bağları hidrolize olur ve matrisin fonksiyonel davranışı değişir. Bu nedenle nötral proteaz, yalnızca “un katkısı” değil, protein ağırlıklı gıda formülasyonlarında proses davranışını değiştiren bir araç olarak anlaşılmalıdır.

### Nötral proteazı diğer protein modifikasyon yaklaşımlarıyla karşılaştırma

Aşağıdaki tablo, un ve gıda proteinleri bağlamında nötral proteazın yerini daha net gösterir. Tablo, satın alma kontrol listesi değildir; farklı teknolojik yaklaşımların proses mantığını karşılaştırmak için verilmiştir.

Yaklaşım	Temel etki	Un/hamur açısından pratik anlamı	Sınırlama veya dikkat noktası
<b>Nötral proteaz</b>	Proteinlerde kısmi peptit bağı hidrolizi	Gluten ağrını gevşetebilir, şekillendirme ve tekstür yönetimine yardımcı olabilir	Etki un tipi, su, süre, sıcaklık ve formülasyona bağlıdır [3]
<b>Asit proteaz</b>	Daha asidik proseslerde protein hidrolizi	Fermente veya düşük pH karakterli gıda sistemlerinde anlamlı olabilir	Nötral hamur sistemleriyle aynı davranışı göstermesi beklenmemelidir [8]
<b>İmmobilize enzim sistemleri</b>	Enzimin taşıyıcıya bağlanarak proseste yeniden kullanılabilir veya kontrollü hale getirilmesi	Sürekli proseslerde teorik avantaj sağlayabilir	Standart unlu mamul karışımlarında ek proses tasarımı gerektirir [9]
<b>Tahıl işleme teknolojileri, ör. ozon uygulamaları</b>	Mikrobiyal yük, oksidasyon veya depolama/işleme etkileri üzerinden kaliteyi etkileyebilir	Protein hidrolizi değil, daha çok depolama ve tahıl işleme bağlamında değerlendirilir	Proteazın yaptığı kontrollü peptit bağı hidroliziyle aynı mekanizma değildir [10]
<b>Doğal enzim aktivitesi artışı, ör. çimlendirme</b>	Tahıldaki endojen enzim profili ve un özellikleri değişebilir	Tam buğday ununda besinsel ve teknolojik özellikleri etkileyebilir	Dışarıdan dozlanan tek enzim uygulamasına göre daha karmaşık ve değişkendir [2]

Bu karşılaştırma, nötral proteazın değerini netleştirir: ürün, depolama dezenfeksiyonu, oksidasyon veya genel tahıl iyileştirme aracı değildir; doğrudan protein hidrolizi üzerinden çalışan bir proses enzimi olarak değerlendirilmelidir. Gıda endüstrisinde sürdürülebilir enzim inovasyonları üzerine yapılan değerlendirmeler, enzimlerin kimyasal katkılara kıyasla hedef reaksiyonlara odaklı çalışabilmesi nedeniyle proses optimizasyonunda önemli yer tuttuğunu belirtir [1].



**Figure 5.** pH에 따른 Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 50,000 U/G 밀가루 전용 엔도뉴클레아제의 상대 활성으로, pH 6.5-7.5에서 최적 활성 구간을 보인다.

## Proses koşullarını etkileyen başlıca değişkenler

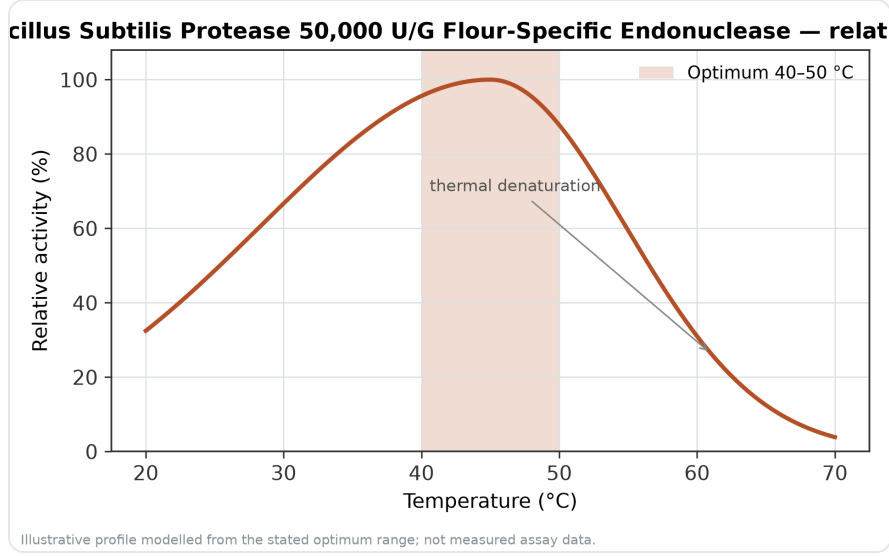
Nötral proteazın un sistemindeki etkisi, enzimin proteinle temas edebildiği su fazının oluşmasına bağlıdır. Kuru un karışımında enzim ve substrat aynı ortamda bulunsa bile reaksiyon sınırlıdır; hidrasyon, karıştırma ve bekleme süresi arttıkça protein bölgelerine erişim artabilir. Bu nedenle enzim etkisi çoğunlukla hamur, bulamaç, ön hamur veya kontrollü hidrasyon aşamasında belirginleşir [3].

pH ve sıcaklık, proteazın hızını ve seçiciliğini etkiler; ancak her ürün formülünün kendi sınırları vardır. Unlu mamullerde pH genellikle diğer bileşenler, fermantasyon, kabartıcılar veya asitlik düzenleyicilerle şekillenir. Sıcaklık ise karıştırma, dinlendirme, fermantasyon ve pişirme aşamalarında değişir. Nötral proteaz üretimi ve kinetiği üzerine yapılan çalışmalar, enzimin performansını yorumlarken proses parametrelerinin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini gösterir [4].

Tuz, şeker ve yağ gibi bileşenler de dolaylı etki yaratır. Tuz protein etkileşimlerini ve su dağılımını değiştirebilir; şeker su aktivitesini düşürerek enzim erişimini etkileyebilir; yağ ise protein ve nişasta yüzeyleriyle etkileşerek hamur mekanik davranışını değiştirebilir. Tuzlu veya fermente gıdalarda çalışan proteazlar üzerine yapılan araştırmalar, tuz adaptasyonu ve proses ortamının proteaz performansı açısından önemli olabileceğini göstermektedir [11].

Bitkisel matrislerde doğal proteaz inhibitörleri de dikkate alınması gereken bir başka faktördür. Bazı tahıl, bakliyat veya bitkisel içerikler proteaz aktivitesini sınırlayabilen bileşenler taşıyabilir; bu durum yalnızca proses performansını değil, sindirim fizyolojisini de etkileyebilir. Gıdalla alınan proteaz

inhibitörleri üzerine yapılan inceleme, bu bileşenlerin protein sindirimi ve bağırsak sağlığıyla ilişkili etkilerinin araştırma konusu olduğunu belirtir [6].



**Figure 6.** 온도에 따른 Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 50,000 U/G 밀가루 전용 엔도뉴클레아제의 상대 활성으로, 40–50 °C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타난다.

Pişirme veya ısıl işlem, enzim aktivitesinin süreç boyunca devam etmesini sınırlayan doğal bir sonlandırma adımı olarak görülebilir. Ancak ısıl işlem öncesinde ne kadar hidroliz gerçekleştiği; bekleme süresi, sıcaklık ve hamur formülasyonuna bağlıdır. Bu nedenle proses tasarımında enzim etkisinin “pişirmede biteceği” varsayımı tek başına yeterli değildir; asıl kaliteyi belirleyen, pişirme öncesi dönemde oluşan kısmi protein modifikasyonudur.

## Kanıt düzeyi ve gerçekçi iddia sınırları

Nötral proteazlar için güçlü kanıt alanı, protein hidrolizi mekanizması ve bunun gıda proteinlerinde fonksiyonel değişim yaratabilmesidir. Enzim teknolojisi incelemeleri ve nötral proteaz uygulama çalışmaları, proteazların gıda endüstrisinde protein yapısını dönüştürmek, tekstürü yönetmek ve proses verimliliğini desteklemek için kullanılabilirliğini göstermektedir [1].

Un özelinde en ilgili kanıt, buğday gluteninin proteaz modifikasyonu ile çözünürleşmesi, konformasyonunun değişmesi ve moleküller arası etkileşimlerinin yeniden düzenlenmesidir. Bu doğrudan mekanizma, hamur reolojisindeki gevşeme, işlenebilirlik ve tekstür farklılıklarını açıklamak için sağlam bir temel sunar [3].

Orta düzeyde desteklenen alan, proteazın duyuusal ve aroma öncülü etkileridir. Peynir, fermente ürünler veya protein hidrolizatları gibi matrislerde proteazların peptit ve amino asit profillerini değiştirdiği bilinmektedir; ancak bu veriler her unlu mamule otomatik olarak taşınmaz. Nötral proteazla soya izolatlarının enzimatik sindirimi üzerine yapılan çalışma, bitkisel proteinlerde hidroliz etkisini desteklerken, matris farklılıklarının yorumda korunması gerektiğini de hatırlatır [5].

Sınırlı ve dikkat gerektiren alan ise sağlık, sindirim veya alerjenite iddialarıdır. Genel bir nötral proteazın un proteinlerini parçalaması, ürünün glutensiz, hipoalerjenik veya belirli hasta grupları için uygun olduğu anlamına gelmez. Gıda proteinlerinin sindirim fizyolojisi, proteaz inhibitörleri ve peptit yapılarıyla ilgili literatür, biyolojik sonucun yalnızca proteoliz varlığıyla değil, oluşan peptitlerin niteliğiyle belirlendiğini gösterir [6].

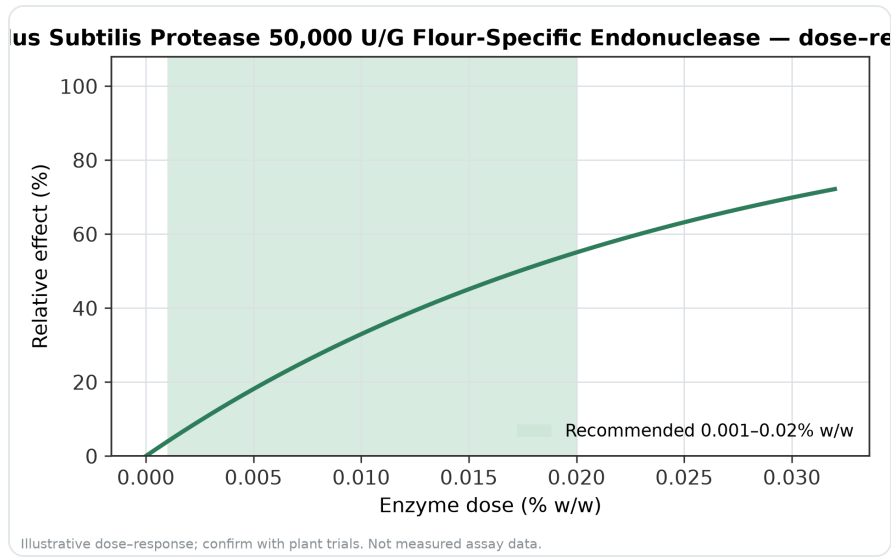


Figure 7. 권장 사용 범위(0.001-0.02% w/w)에서 Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 50,000 U/G 밀가루 전용 엔도뉴클레아제의 예시적 용량-반응 관계.

## Gıda dışı örnekler mekanizmayı nasıl destekler?

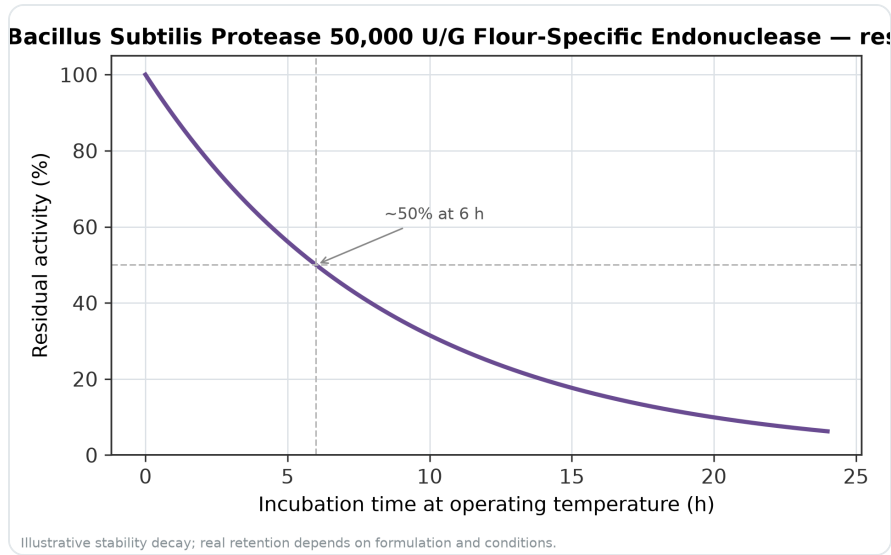
Proteazların yalnızca un uygulamalarında değil, deri, tekstil, deterjan ve yan ürün değerlendirme gibi alanlarda da çalışılması, peptit bağı hidrolizinin endüstriyel açıdan geniş bir mekanizma olduğunu gösterir. Örneğin deri üretiminde enzim destekli kıl giderme üzerine yapılan çalışmalarda, kalsiyum iyonlarının deri proteinlerinin enzimatik hidrolize direncini etkileyebildiği ve proses tasarımının protein yapısıyla birlikte düşünülmesi gerektiği gösterilmiştir [12].

Bu tür örnekler un uygulamasına doğrudan reçete vermez; fakat proteaz davranışının protein matrisi, iyon ortamı ve proses koşullarına bağlı olduğunu açık biçimde ortaya koyar. Aynı enzimatik ilke farklı substratlarda farklı ticari sonuçlar doğurur: deride kıl giderme veya yüzey modifikasyonu, tekstilde protein lekeli çözündürme, gıdada ise tekstür ve işlenebilirlik yönetimi gibi.

## Enzymes.bio üzerinden tedarik bilgisi

Enzymes.bio, Neutral Protease Bacillus subtilis Protease ürününü 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan satış modeliyle sunar. Ürün sayfasındaki sipariş süreci, çevrim içi ödeme ve standart sevkiyat akışı üzerinden ilerler. Enzymes.bio üretici veya laboratuvar değildir; bu nedenle teknik doküman, üretim tesisi veya analiz hizmeti beyanı olarak değerlendirilmemelidir.

CoA ve SDS siparişe birlikte sağlanır. CoA, ilgili partiye ait tedarik dokümantasyonunun parçasıdır; SDS ise güvenli elleçleme, depolama ve iş güvenliği açısından gerekli bilgileri destekler. Endüstriyel enzim ürünleriyle çalışırken yerel mevzuat, iş güvenliği prosedürleri ve gıda üretim tesisinin iç kalite sistemi dikkate alınmalıdır.



**Figure 8.** 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소하는 Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 50,000 U/G 밀가루 전용 엔도뉴클레아제의 예시적 열 안정성 감소.

## Sonuç

Neutral Protease Bacillus subtilis Protease, un ve hamur proseslerinde protein ağını kontrollü biçimde modifiye etmek için değerlendirilen nötral karakterli bir proteazdır. Temel mekanizma, gluten ve diğer un proteinlerindeki peptid bağlarının kısmi hidrolizidir; bu hidroliz protein çözünürlüğünü, moleküler etkileşimleri, hamur reolojisini ve son ürün tekstürünü etkileyebilir [3].

Ürünün en gerçekçi kullanım çerçevesi, kraker, bisküvi, gofret, erişte, yassı hamur ve benzeri sistemlerde işlenebilirlik ve tekstür yönetimine destek olmaktır. Buna karşılık ürün, sağlık beyanı, çölyak güvenliği veya genel “glutensizleştirme” iddiasıyla konumlandırılmamalıdır; bu tür iddialar özel biyolojik ve analitik kanıt gerektirir [6].

Enzymes.bio ürünü 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan tedarik eder; CoA ve SDS siparişe birlikte sağlanır. Teknik açıdan bakıldığında ürünün değeri, un proteinlerini tamamen ortadan kaldırmasında değil, proses hedeflerine göre kontrollü proteoliz sağlayarak hamur davranışını ve ürün dokusunu yönetmeye yardımcı olmasındadır.

## Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 50,000 U/G Flour-Specific Endonuclease 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.

[Neutral Protease Bacillus Subtilis Protease 50,000 U/G Flour-Specific Endonuclease 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. Siddikey, F., Jahan, M. I., Hormoni, Hasan, M., Nishi, N. J., Hasan, S., Rahman, N., ... et al. (2025). Enzyme Technology in the Food Industry: Molecular Mechanisms, Applications, and Sustainable Innovations. *Food Science & Nutrition*, 13.
2. Navarro, J. L., Richard, P. L., Moiraghi, M., Bustos, M., León, A., & Steffolani, M. E. (2024). Effect of Different Wheat Sprouting Conditions on the Characteristics of Whole-Wheat Flour. *Food Technology and Biotechnology*, 62, 264 - 274.
3. Li, W., Zhou, Q., Xu, J., Zhu, S., Lv, S., Yu, Z., Yang, Y., ... et al. (2024). Insight into the solubilization mechanism of wheat gluten by protease modification from conformational change and molecular interaction perspective. *Food Chemistry*, 447, 138992 .
4. Ekpenyong, M., & Antai, S. (2024). Statistical versus neural network-embedded swarm intelligence optimization of a metallo-neutral-protease production: activity kinetics and food industry applications. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 54, 1132 - 1146.
5. Xu, B., Li, Z., Guo, Q., Zha, L., Li, C., Yu, P., Chen, M., ... et al. (2025). The Purification and Characterization of a Novel Neutral Protease from Volvariella volvacea Fruiting Bodies and the Enzymatic Digestion of Soybean Isolates. *Journal of Fungi*, 11.
6. Kårlund, A., Paukkonen, I., Gómez-Gallego, C., & Kolehmainen, M. (2021). Intestinal Exposure to Food-Derived Protease Inhibitors: Digestion Physiology- and Gut Health-Related Effects. *Healthcare*, 9.
7. Hakim, B. N. A., Xuan, N. J., & Oslan, S. (2023). A Comprehensive Review of Bioactive Compounds from Lactic Acid Bacteria: Potential Functions as Functional Food in Dietetics and the Food Industry. *Foods*, 12.

8. Murthy, P., & Kusumoto, K. (2015). Acid protease production by *Aspergillus oryzae* on potato pulp powder with emphasis on glycine releasing activity: A benefit to the food industry. *Food and Bioproducts Processing*, 96, 180-188.
9. Jothyswarupha, K. A., Venkataraman, S., Rajendran, D., Shri, S., Sivaprakasam, S., Yamini, T., Karthik, P., ... et al. (2024). Immobilized enzymes: exploring its potential in food industry applications. *Food Science and Biotechnology*, 34, 1533 - 1555.
10. Bahchevnikov, O., & Braginets, A. V. (2024). Ozone in Grain Storage and Processing: Review. *Food processing*.
11. Hou, J., Zhang, Q., Zhang, R., Li, S., Liu, Y., & Cui, H. (2024). A hyperstable, low-salt adapted protease from halophilic archaeon with potential applications in salt-fermented foods. *Food Research International*, 191, 114738 .
12. Liu, H., Chen, X., Kang, J., Shi, B., & Zeng, Y. (2025). Modulation of hide protein resistance to enzymatic hydrolysis by calcium ions: rational design of enzyme-assisted unhairing for high-quality leather production. *Collagen and Leather*, 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.