

# Food Grade Protease for Enzymatic Dehairing: Deri İşlemede Enzimatik Kıl Giderme İçin Proteaz

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

Food Grade Protease for Enzymatic Dehairing, ham deri ve postlarda kılın deriye tutunmasını sağlayan proteinli ara yapıları kontrollü biçimde zayıflatmak için kullanılan proteaz bazlı bir işlem yardımcısıdır. Literatürde enzimatik kıl giderme, kireç-sülfür proseslerine kıyasla daha düşük kimyasal yük, daha seçici kıl gevşetme ve daha temiz deri işleme hedefleriyle incelenmiştir <sup>[1]</sup>. Enzymes.bio bu ürünü üretici veya laboratuvar olarak değil, 1 kg birimler halinde çevrim içi satın almaya uygun bir enzim tedarikçisi olarak sunar; CoA ve SDS siparişe birlikte sağlanır.

## Ürünün işlevi: proteaz ile kontrollü kıl gevşetme

Food Grade Protease for Enzymatic Dehairing, deri üretiminde “dehairing” veya “unhairing” olarak adlandırılan kıl giderme aşamasında kullanılmak üzere konumlanan bir proteaz ürünüdür. Proteazların temel biyokimyasal işlevi peptit bağlarını hidrolize etmektir; deri uygulamasında bu işlev, kıl folikülü çevresindeki proteinli bağlantıların ve non-kollajen matriks bileşenlerinin zayıflatılması yönünde değerlendirilir <sup>[2]</sup>.

Bu ürünün “food grade” olarak adlandırılması, proteazın gıda sınıfı bir ürün ailesi içinde sunulduğunu belirtir; bu ifade, deri prosesindeki kullanımın gıda üretimiyle aynı amaç veya aynı proses koşullarına sahip olduğu anlamına gelmez. Gıda sınıfı proteazlar; protein hidrolizi, proses yardımcılığı ve farklı endüstriyel uygulamalar açısından geniş bir enzim kategorisi olarak ele alınır <sup>[3]</sup>.

Deri işlemede amaç, kılları yalnızca yüzeyden koparmak değil, kılın deriye bağlandığı bölgedeki yapışma ve tutunma noktalarını yeterince gevşetmektir. Enzimatik yaklaşım bu nedenle, kollajen lif yapısını mümkün olduğunca korurken kıl kökü çevresindeki hedef proteinli yapıları parçalamaya odaklanan seçici bir biyokimyasal müdahale olarak değerlendirilir <sup>[1]</sup>.

Enzymes.bio açısından ürün, çevrim içi siparişe uygun bir proteaz tedarik kalemidir; üretim, laboratuvar testi veya özel proses geliştirme hizmeti olarak sunulmaz. Ürün 1 kg birimler halinde satın alınır ve siparişe birlikte CoA ile SDS sağlanır; bu belgeler parti bilgisi ve güvenli kullanım

dokümantasyonu için sipariş dokümanlarının parçasıdır .

## Deri işlemede kıl giderme neden kritik bir adımdır?

Ham deri, tabaklanabilir bir materyale dönüşmeden önce ıslatma, kıl giderme, kireçleme, kireç giderme, bating ve benzeri ön işlemlerden geçer. Kıl giderme aşaması, epidermis ve kıl yapılarının uzaklaştırılmasıyla derinin sonraki proseslere hazırlanmasını sağlar; bu aşamadaki başarısızlık, tane yüzeyi temizliği, gözenek görünümü ve nihai deri kalitesi üzerinde doğrudan etkili olabilir <sup>[4]</sup>.

Geleneksel kıl giderme çoğunlukla kireç ve sülfür temelli kimyasal sistemlerle yürütülür. Bu sistemlerde sülfür, kıl keratinindeki dayanıklı bağların zayıflamasına yardımcı olurken kireç, alkali şişme ve lif açılımı gibi proses etkileri oluşturur; ancak bu yaklaşım atık su yükü ve kimyasal yönetimi bakımından önemli çevresel baskılar doğurabilir <sup>[5]</sup>.



**Figure 1.** 식품 등급은 효소 제제와 문서화 기준을 설명하는 개념이며, 효소적 제제는 여전히 가죽 제조 전처리 공정에서 사용되는 산업적 응용 기술이다.

Enzimatik kıl giderme, özellikle kireç ve sülfür yükünü azaltma veya belirli proseslerde bunların yerine daha seçici bir biyolojik işlem koyma hedefiyle araştırılmıştır. Bakteriyel kaynaklı proteazla yürütülen kireçsiz ve sülfürsüz kıl giderme çalışmalarında, deri endüstrisi için daha çevre uyumlu proses alternatiflerinin mümkün olduğu gösterilmiştir <sup>[5]</sup>.

Bu yaklaşımın pratik değeri, yalnızca “kimyasal yerine enzim kullanma” fikrinden kaynaklanmaz. Asıl değer, kılın tutunmasını sağlayan proteinli yapıların seçici biçimde zayıflatılması, kılın daha kontrollü ayrılması ve bazı proseslerde kılın tamamen parçalanmadan uzaklaştırılmasına olanak tanıyan hair-saving yaklaşımına katkı sağlamasıdır <sup>[1]</sup>.

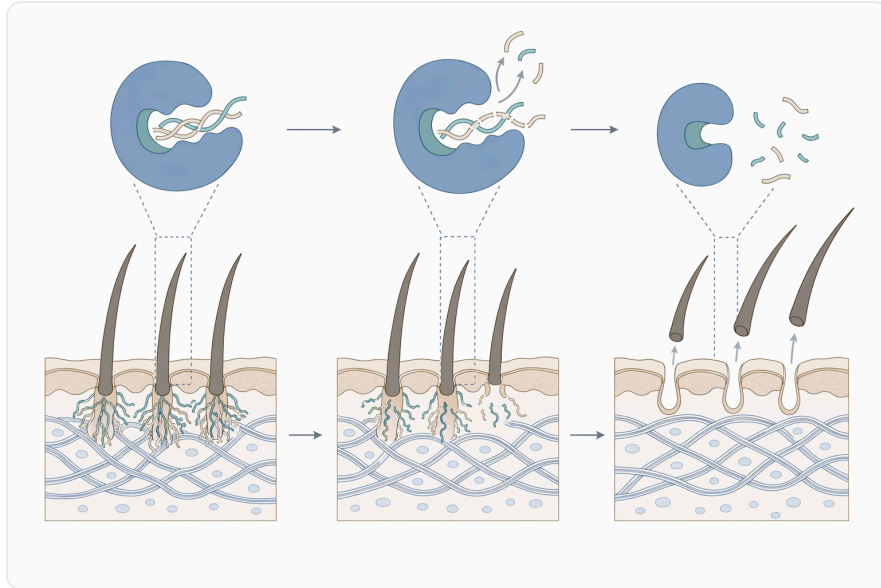
## Enzimatik dehairing mekanizması: proteaz deride neyi hedefler?

Deri, esas olarak kollajen lif ağından oluşan karmaşık bir biyolojik materyaldir. Kıl ise folikül içinde, çevresindeki hücre dışı matriks, proteoglikanlar, proteinli bağlantılar ve epidermal yapılarla birlikte deriye tutunur; enzimatik kıl giderme bu bağlantı bölgelerinin kontrollü parçalanmasına dayanır [6].

Mekanistik açıdan proteaz, kıl kökü çevresindeki “tutucu” proteinli bileşenleri küçük peptit parçalarına ayırarak folikül bölgesindeki tutunmayı zayıflatır. Bu etki, kılın tamamını agresif biçimde çözmekten farklıdır; hedef, kılın deriye sabitlenmesini sağlayan ara yapıların gevşetilmesi ve mekanik hareketle ayrılabilir hale gelmesidir [6].

Bu noktada kollajen korunumu kritik bir kalite parametresidir. Deri üretiminde istenen, kollajen lif ağının kontrolsüz hidrolize uğramaması; buna karşılık kılın çevresindeki non-kollajen yapıların yeterince zayıflamasıdır. Enzim özgülüğünün önemi de burada ortaya çıkar: yanlış yönlendirilmiş veya kontrolsüz proteolitik etki, kıl giderme performansından çok deri matriksi üzerinde istenmeyen yumuşama veya hasar riski yaratabilir [1].

Sivasubramanian ve çalışma arkadaşlarının mekanizma odaklı araştırması, bakteriyel proteazla enzimatik kıl giderme sırasında proteoglikan bileşenlerinin parçalanmasının kıl gevşemesiyle ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu mekanistik yorum, enzimatik dehairing’in sülfürün kıl keratini üzerindeki kimyasal etkisinden farklı bir yol izlediğini açıkça ortaya koyar [6].



**Figure 2.** 효소적 제모는 모발을 고정하는 모낭 주변 및 비콜라겐성 단백질 구조를 표적으로 하면서 콜라겐 네트워크는 보존하는 것을 목표로 한다.

Kısaca ifade etmek gerekirse, geleneksel sülfürlü sistem kılın kimyasal dayanımını doğrudan hedeflerken, proteaz bazlı sistem kılın deriye bağlandığı biyolojik ara dokuları zayıflatmaya çalışır. Bu nedenle enzimatik kıl giderme, proses içinde yeterli temas, uygun dağılım ve doğru süre kontrolü gerektiren seçici bir hidroliz uygulamasıdır [1].

## Geleneksel kireç-sülfür prosesi ile proteaz bazlı yaklaşımın karşılaştırması

Aşağıdaki tablo, deri üretiminde yaygın kimyasal kıl giderme yaklaşımı ile proteaz destekli enzimatik dehairing yaklaşımını teknik açıdan karşılaştırır. Tablo, belirli bir tesis reçetesi veya proses talimatı değil; literatürde bildirilen mekanizma ve proses hedeflerinin özetidir [5].

Kriter	Kireç-sülfür temelli kıl giderme	Proteaz bazlı enzimatik dehairing
Ana etki noktası	Kıl keratini ve epidermal yapıların kimyasal zayıflatılması	Kıl kökü çevresindeki proteinli ve non-kollajen tutunma yapılarının hidrolizi
Proses hedefi	Kılın kimyasal olarak parçalanması veya ayrılması	Kılın kontrollü gevşemesi ve daha seçici ayrılması
Kollajen açısından risk	Alkali şişme ve proses sertliği nedeniyle kontrol ihtiyacı	Uygun seçicilik sağlanmazsa aşırı proteoliz riski
Atık su etkisi	Sülfür ve parçalanmış kıl yükü nedeniyle çevresel baskı oluşturabilir	Kimyasal yükü azaltma ve hair-saving yaklaşıma katkı potansiyeli
Proses hassasiyeti	Kimyasal doz, pH, süre ve mekanik işlem önemlidir	Enzim dağılımı, nüfuz, temas süresi ve deri tipi özellikle önemlidir
Literatürdeki konum	Yerleşik ve yaygın kullanılan geleneksel yöntem	Daha çevre uyumlu alternatif olarak yoğun biçimde araştırılan yöntem

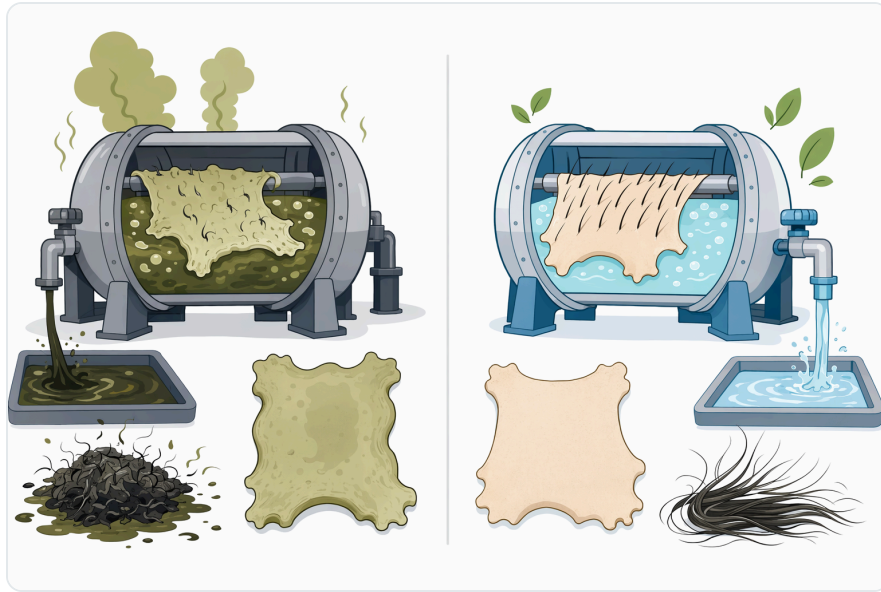
Bu karşılaştırma, enzimatik yöntemin her koşulda otomatik olarak daha iyi sonuç vereceği anlamına gelmez. Literatür, proteazların çevresel avantaj potansiyelini desteklerken aynı zamanda enzim nüfuzu, proses kontrolü ve substrat seçiciliği gibi değişkenlerin kritik olduğunu vurgular [1].

## Bilimsel literatürde proteaz kaynakları ve deri uygulamaları

Enzimatik kıl giderme literatüründe farklı mikrobiyal proteaz kaynakları incelenmiştir. Alkalifilik *Idiomarina* türünden elde edilen bir proteazın deri endüstrisinde çevre dostu enzimatik kıl giderme potansiyeli taşıdığı bildirilmiştir; bu çalışma, alkali koşullara uyumlu proteazların deri ön işlem basamakları açısından neden ilgi çektiğini gösterir [7].

Bacillus türleri de deri kıl giderme araştırmalarında sık incelenen proteaz kaynakları arasındadır. Sürdürülebilir deri yaklaşımı kapsamında Bacillus kaynaklı proteazların karakterizasyonu ve endüstriyel uygulaması üzerine yapılan 2024 tarihli çalışma, bu enzim grubunun çevre uyumlu dehairing bağlamında hâlen aktif bir geliştirme alanı olduğunu göstermektedir [4].

Keçi derileri üzerinde yürütölen bir çalışmada, Bacillus sp. SB12 kaynaklı proteazın enzimatik kıl giderme amacıyla değerlendirildiği bildirilmiştir. Bu tür çalışmalar, farklı deri türlerinin kalınlık, foliköl yapısı ve proses tepkisi bakımından değerkenlik gösterebildiğini; bu nedenle literatürde sığır, keçi ve koyun derileri için ayrı uygulama verilerinin olduğunu gösterir [8].



**Figure 3.** 석회-황화물 제모는 주로 케라틴을 공격해 모발을 펄프화할 수 있는 반면, 효소 보조 제모는 모발을 고정하는 주변 환경을 악화시키는 데 초점을 둔다.

*Aspergillus oryzae* kaynaklı proteazların Tanzania'da hayvan derileri ve postlarının deri ürünlerine işlenmesi için kıl giderme amacıyla değerlendirildiği de rapor edilmiştir. Bu bulgu, enzimatik dehairing araştırmalarının yalnızca belirli bir coğrafya veya tek bir hammadde türüyle sınırlı olmadığını göstermesi açısından önemlidir [9].

*Thermoactinomyces* sp. RM4 kaynaklı proteazın deri endüstrisinde konvansiyonel kimyasallara alternatif olma potansiyeli de incelenmiştir. Bu tür çalışmalar, deri proseslerinde sıcaklık, alkalilik ve proses süresi gibi değerkenlere dayanım gösteren proteazların neden ilgi gördüğünü teknik olarak açıklar [10].

Bitkisel kaynaklı proteolitik ekstraktlar da deri endüstrisi için araştırılmıştır. Bromeliaceae ailesinden üç bitkinin proteolitik ekstraktlarının deri sanayisi için ekolojik olarak daha uyumlu araçlar olarak değerlendirildiği çalışma, proteaz temelli yaklaşımın yalnızca mikrobiyal kaynaklarla sınırlı olmadığını göstermektedir [11].

## Uygulama performansını belirleyen proses faktörleri

Enzimatik kıl giderme performansı, enzimin yalnızca varlığına değil, kıl kökü bölgesine ulaşabilmesine bağlıdır. Ham derinin ıslatma durumu, yüzey açıklığı, folikül yapısı, deri kalınlığı ve mekanik hareket gibi faktörler proteazın hedef bölgelere temasını etkiler; bu nedenle homojenlik, enzimatik dehairing'in en temel pratik konularından biridir [1].

Kıl giderme sırasında proteazın derinin farklı bölgelerine eşit şekilde nüfuz etmesi her zaman kolay değildir. Omuz, boyun veya daha kompakt bölgeler gibi yapısal olarak yoğun alanlarda kılın daha zor gevşemesi mümkündür; bu durum, literatürde enzimatik dehairing'in yaygınlaşmasındaki teknik dikkat noktalarından biri olarak tartışılır [1].

Süre kontrolü de önemlidir, çünkü proteaz etkisi zamanla ilerleyen bir hidroliz reaksiyonudur. Yetersiz temas kıl kökü çevresindeki bağlantıları yeterince zayıflatmayabilir; aşırı temas ise hedef dışı protein yapılarında istenmeyen hidroliz riskini artırabilir. Bu nedenle enzimatik proses, pratikte “ekle ve bekle” şeklinde değil, hedeflenen kıl gevşemesi ve deri yüzeyi etkisi izlenerek yönetilen bir işlem olarak düşünülmelidir [6].



**Figure 4.** 발표된 제모 연구에는 염소 가죽, 양가죽, 소가죽이 포함되어 있으며, 프로테아제 시스템이 다양한 가죽 기질에서 조사되어 왔음을 보여준다.

Deri türü, proteaz yanıtını belirleyen bir başka faktördür. Keçi, koyun ve sığır derilerinin folikül yoğunluğu, lif sıklığı ve kalınlığı farklıdır; literatürde bu nedenle farklı hayvan türleri için ayrı proteaz uygulama çalışmaları yer alır <sup>[8]</sup>.

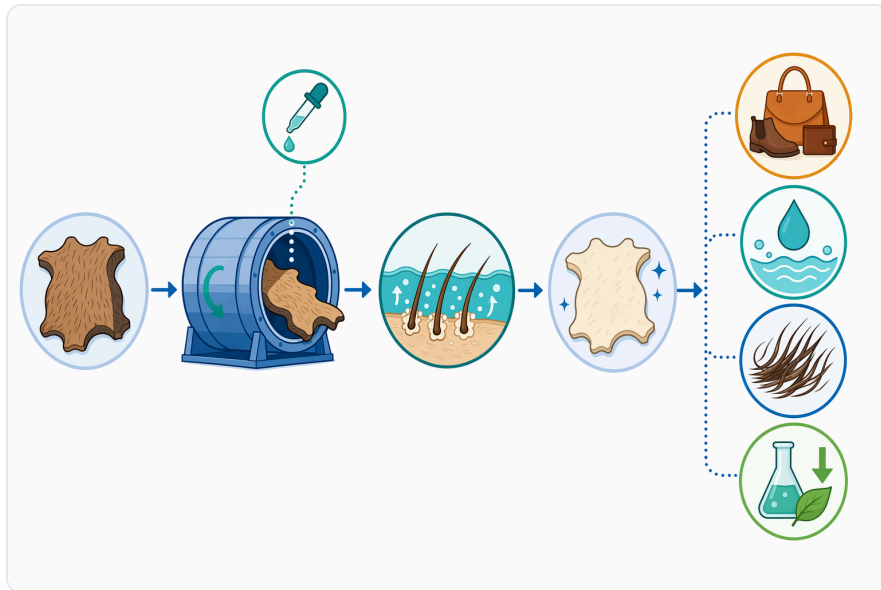
Yeni araştırmalar, proteazların proses içinde daha etkili taşınması veya kontrollü etki göstermesi için yardımcı sistemleri de incelemektedir. Örneğin proteazın kapsüllenmiş taşıyıcı sistemlerle kullanıldığı çalışmalarda, hem daha yeşil unhairing hem de daha yumuşak deri üretimi gibi çift yönlü faydalar araştırılmıştır <sup>[12]</sup>.

## Beklenen teknik faydalar

Proteaz bazlı enzimatik dehairing'in temel teknik faydası, kıl giderme aşamasında kimyasal yükü azaltma potansiyelidir. Kireç ve sülfür içermeyen ya da bunları azaltan proseslere yönelik çalışmalar, deri endüstrisinde atık su yükünü ve agresif kimyasal kullanımını düşürme hedefiyle yürütülmüştür <sup>[5]</sup>.

İkinci önemli fayda, daha seçici kıl gevşetme yaklaşımıdır. Proteaz, kılın deriye tutunmasına katkıda bulunan proteinli ara yapıları hedeflediğinde, kılın mekanik olarak ayrılması kolaylaşabilir; bu yaklaşım özellikle kılın tamamen parçalanmadığı hair-saving proseslerin teknik mantığıyla uyumludur <sup>[1]</sup>.

Üçüncü fayda, tane yüzeyi ve gözenek temizliği üzerinde oluşabilecek olumlu etkidir. Kıl kökü çevresindeki proteinli kalıntıların kontrollü biçimde zayıflatılması, yüzey temizliği ve sonraki işlem basamaklarının homojenliği açısından değer taşıyabilir; ancak bu etkinin düzeyi deri tipi ve proses yönetimine bağlıdır <sup>[4]</sup>.



**Figure 5.** 효소적 제모 과정에서는 접근 가능한 단백질이 가수분해되고, 고정력이 감소하며, 기계적 작용으로 모발이 제거되고, 피혁 원피가 더 깨끗해진다.

Koyun derisiyle ilgili çalışmalarda, enzimatik kıl giderme sırasında ticari açıdan önemli yün hidrolizatları ve yağ fraksiyonlarının geri kazanımı da araştırılmıştır. Bu yaklaşım, kıl giderme basamağının yalnızca atık oluşturan bir işlem değil, bazı proses tasarımlarında yan ürün geri kazanımıyla ilişkilendirilebilecek bir aşama olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir [13].

Çevre uyumlu deri üretimi bağlamında proteazlar, tek başına tüm sürdürülebilirlik sorunlarını çözen bir teknoloji olarak görülmemelidir. Daha gerçekçi değerlendirme, proteazların kimyasal yükü azaltma, proses seçiciliğini artırma ve daha temiz ön işlem programlarına katkı sağlama potansiyeline sahip işlem yardımcıları olduğudur [14].

## Sınırlar ve dikkat edilmesi gereken teknik gerçekler

---

Enzimatik kıl giderme, her deri tipinde ve her proses düzeninde aynı sonucu veren evrensel bir ikame değildir. Deri kalınlığı, kıl yoğunluğu, ham derinin korunma geçmişi, ıslatma başarısı ve mekanik hareket gibi değişkenler, proteazın hedef bölgelere ulaşmasını ve kıl gevşetme verimini belirgin biçimde etkileyebilir [1].

Enzim seçiciliği de kritik bir sınırlayıcıdır. Dehairing için istenen proteolitik etki, kıl kökü çevresindeki non-kollajen yapılarda yeterli hidroliz oluştururken kollajen lif ağını gereksiz yere zayıflatmamalıdır; bu denge bozulursa deri kalitesi üzerinde istenmeyen etkiler oluşabilir [6].

Literatürde farklı proteaz kaynaklarının başarılı sonuçlar verdiği rapor edilse de, bu çalışmaların çoğu belirli hammadde, proses düzeni ve deneysel çerçeve içinde değerlendirilmelidir. Örneğin koyun derisi, keçi derisi ve sığır derisi çalışmalarının sonuçlarını doğrudan birbirinin yerine koymak doğru değildir; her deri tipi kendi proses duyarlılığına sahiptir [15].

Bazı yeni çalışmalar, enzimatik sistemi oksidatif yardımcılarla veya farklı taşıma yaklaşımlarıyla destekleyerek daha etkin dehairing elde etmeye çalışmıştır. Bu durum, temel proteaz yaklaşımının değerini azaltmaz; aksine, endüstriyel ölçekte daha tutarlı ve hızlı kıl giderme için proses mimarisinin hâlen geliştirildiğini gösterir [16].



Figure 6. 효소 보조 모발 보존 제모는 황화물 사용이 많은 공정에 비해 모발의 펄프화를 줄이고 오염 부담이 낮은 전처리 공정을 지원할 수 있다.

Bu nedenle Food Grade Protease for Enzymatic Dehairing en doğru şekilde, kıl giderme prosesini daha seçici ve daha düşük kimyasal yükü yürütmeyi destekleyen bir proteaz işlem yardımcısı olarak değerlendirilmelidir. Ürün, proses tasarımının yerine geçmez; uygun uygulama koşulları içinde kıl gevşetme hedefini destekleyen biyokimyasal bir araçtır [1].

## Deri türlerine göre literatür görünümü

Sığır derisi, kalın ve lif yapısı güçlü bir hammadde olduğu için enzimatik kıl giderme açısından nüfuz ve homojenlik konularını öne çıkarır. Termostabil alkali proteaz kullanılarak sığır derisinde çevre dostu kıl giderme üzerine yapılan çalışmalar, bu hammadde grubunda proteazların teknik potansiyelini ortaya koymuştur [17].

Keçi derisi çalışmalarında, folikül yapısı ve deri inceliği gibi faktörler nedeniyle kıl giderme davranışı sığır derisinden farklı değerlendirilebilir. Bacillus kaynaklı proteazlarla keçi derilerinde yapılan enzimatik dehairing araştırmaları, proteaz uygulamalarının farklı hayvan postlarında ayrı ayrı optimize edilmesi gerektiğini göstermektedir [8].

Koyun derisinde ise kıl veya yün yapısının geri kazanımı, prosesin ekonomik ve çevresel değerlendirmesine ayrıca katkı sağlayabilir. Enzimatik kıl giderme sonrası yün hidrolizati ve yağların karakterizasyonuna yönelik çalışma, koyun derisi işlemede yan ürün yönetiminin önemini vurgular [13].

Bu literatür çeşitliliği, proteaz bazlı dehairing'in tek bir standart senaryoya indirgenemeyeceğini gösterir. Enzim aynı genel biyokimyasal prensiple çalışsa da, gerçek proses sonucu hammadde yapısı ve proses parametreleriyle birlikte oluşur [18].

## Enzymes.bio üzerinden tedarik bağlamı

Enzymes.bio, Food Grade Protease for Enzymatic Dehairing ürününü bir tedarikçi olarak sunar; ürün 1 kg birimler halinde çevrim içi satın alınabilir. Bu bağlamda ürün sayfası, doğrudan sipariş modeline uygundur; Enzymes.bio üretici, uygulama laboratuvarı veya özel deri proses geliştirme merkezi olarak konumlandırılmamalıdır .

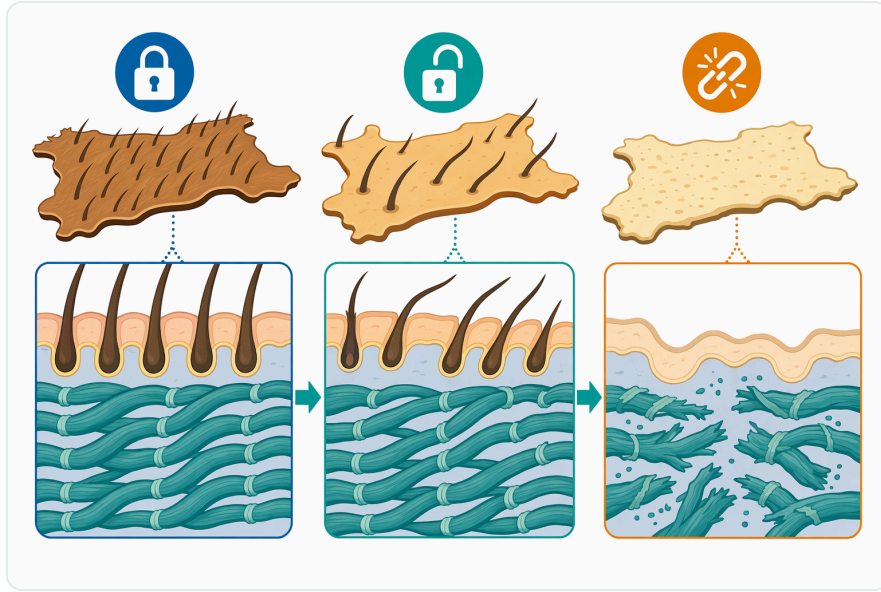


Figure 7. 기술적 목표는 과도한 콜라겐 분해 없이 모발을 분리하고 기질을 정화하는 제어된 단백질 분해이다.

Siparişle birlikte CoA ve SDS sağlanır. CoA, partiye eşlik eden kalite dokümantasyonu; SDS ise güvenli taşıma, depolama ve kullanım bilgileri için temel güvenlik dokümanıdır. Bu belgeler, ürünün endüstriyel satın alma ve kullanım dosyasında izlenebilirlik ve güvenlik açısından tamamlayıcı rol oynar .

Food Grade Protease for Enzymatic Dehairing'in satın alma bağlamında en uygun teknik tanımı şudur: deri kıl giderme proseslerinde proteaz temelli, çevrim içi siparişe uygun, 1 kg birimlerde sunulan ve sipariş dokümantasyonu CoA ile SDS içeren bir işlem yardımcısıdır. Ürünün proses performansı ise her zaman deri tipi, uygulama koşulları ve tesisin mevcut iş akışıyla birlikte değerlendirilmelidir [1].

## Sonuç: proteaz bazlı dehairing için gerçekçi teknik konumlandırma

Food Grade Protease for Enzymatic Dehairing, deri üretiminde kıl deriye tutunmasını sağlayan proteinli ve non-kollajen ara yapıların kontrollü hidrolizi yoluyla kıl gevşetmeyi destekleyen bir proteaz ürünüdür. Bilimsel literatür, proteazların kıl giderme mekanizmasının kireç-sülfür sisteminden farklı olduğunu; özellikle kıl kökü çevresindeki matriks bileşenlerinin parçalanmasının süreçte önemli rol oynadığını göstermektedir <sup>[6]</sup>.

Bu ürünün başlıca değeri, daha düşük kimyasal yük, seçici kıl gevşetme ve daha temiz deri ön işlem programlarına katkı potansiyelidir. Bununla birlikte enzimatik dehairing, proses kontrolü gerektiren hassas bir uygulamadır; enzim nüfuzu, hammadde türü, temas koşulları ve homojenlik nihai sonucu belirleyen ana faktörlerdir <sup>[1]</sup>.

Enzymes.bio, ürünü 1 kg birimler halinde çevrim içi satın almaya uygun şekilde tedarik eder ve siparişe birlikte CoA ile SDS sağlar. Bu nedenle ürün, üretici iddiası veya laboratuvar hizmeti olarak değil; deri işlemede enzimatik kıl giderme hedefini destekleyen, dokümantasyonu siparişe birlikte sunulan B2B proteaz tedarik ürünü olarak değerlendirilmelidir .

### Food Grade Protease For Enzymatic Dehairing 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.

[Food Grade Protease For Enzymatic Dehairing 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. Sujitha, P., Kavitha, S., Shakilanishi, S., Babu, N. K. C., & Shanthi, C. (2018). Enzymatic dehairing: A comprehensive review on the mechanistic aspects with emphasis on enzyme specificity. *International Journal of Biological Macromolecules*, 118 Pt A, 168-179 .
2. Song, P., Zhang, X., Wang, S., Xu, W., Wang, F., Fu, R., & Wei, F. (2023). Microbial proteases and their applications. *Frontiers in Microbiology*, 14.
3. Sumantha, A., Larroche, C., & Pandey, A. (2006). Microbiology and Industrial Biotechnology of Food-Grade Proteases: A Perspective. *Food Technology and Biotechnology*, 44, 211-220.

4. Akhtar, M. A., Butt, M., Afroz, A., Rasul, F., Irfan, M., Sajjad, M., & Zeeshan, N. (2024). Approach towards sustainable leather: Characterization and effective industrial application of proteases from Bacillus sps. for ecofriendly dehairing of leather hide. *International Journal of Biological Macromolecules*, 131154 .
5. Sivasubramanian, S., Manohar, B. M., Rajaram, A., & Puvanakrishnan, R. (2008). Ecofriendly lime and sulfide free enzymatic dehairing of skins and hides using a bacterial alkaline protease. *Chemosphere*, 70 6, 1015-24 .
6. Sivasubramanian, S., Manohar, B. M., & Puvanakrishnan, R. (2008). Mechanism of enzymatic dehairing of skins using a bacterial alkaline protease. *Chemosphere*, 70 6, 1025-34 .
7. Zhou, C., Qin, H., Chen, X., Zhang, Y., Xue, Y., & Ma, Y. (2018). A novel alkaline protease from alkaliphilic Idiomarina sp. C9-1 with potential application for eco-friendly enzymatic dehairing in the leather industry. *Scientific Reports*, 8.
8. Briki, S., Hamdi, O., & Landoulsi, A. (2016). Enzymatic dehairing of goat skins using alkaline protease from Bacillus sp. SB12. *Protein Expression and Purification*, 121, 9-16 .
9. Zekeya, N., China, C., Mbwana, S., & Mtambo, M. (2019). Dehairing of animal hides and skins by alkaline proteases of Aspergillus oryzae for efficient processing to leather products in Tanzania. *African Journal of Biotechnology*.
10. Verma, A., Pal, H. S., Singh, R., & Agarwal, S. (2011). Potential of alkaline protease isolated from Thermoactinomyces sp. RM4 as an alternative to conventional chemicals in leather industry dehairing process. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 4, 173-178.
11. Errasti, M., Caffini, N., & López, L. (2018). Proteolytic extracts of three Bromeliaceae species as eco-compatible tools for leather industry. *Environmental science and pollution research international*, 25, 21459-21466.
12. 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.
13. Chebon, S., Wanyonyi, W. C., Onyari, J., Maru, S. M., & Mulaa, F. (2023). Enzymatic dehairing of sheep skin: Recovery and characterization of commercially important wool hydrolysate and fats. *European journal of sustainable development research*.
14. Puntambekar, A., & Dake, M. (2023). Microbial Proteases: Potential Tools for Industrial Applications. *Research journal of biotechnology*.
15. Fitriyanto, N., Musthofiyah, M., Muhlisin, M., Pertiwiningrum, A., Kurniawati, N., Prasetyo, R. A., Azkariahman, A. R., ... et al. (2021). Enzymatic activity of alkaline protease from Bacillus cereus TD5B and its application as sheep skin dehairing agent. *Leather and Footwear Journal*.
16. Kanagaraj, J., Panda, R., Prasanna, R., & Tamilselvi, A. (2023). An efficient dehairing system supported by oxidative-enzymatic auxiliary towards sustainability. *Environmental science and pollution research international*, 30, 43817-43832.
17. Ng, T. C., Radhi, A., Rahim, A. A., Wee, S., & Ibrahim, N. A. (2024). Eco-friendly Enzymatic Dehairing of Cowhide Using Thermostable Alkaline Serine Protease 50a. *BIO Web of Conferences*.
18. Omoniyi, O. A. O., Moro, D. D., & Afolabi, O. B. (2024). Microbial Proteases: Sources, Significance and Industrial Applications. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*.


## 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](tel:+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.