

SÜRDÜRÜLEBİLİR ATIK YÖNETİMİ UYGULAMALARI

SUSTAINABLE WASTE MANAGEMENT
PRACTICES

Hasan Sabri ÖZTÜRK
H. Kağan YENİÇERİ

Atıf Künyesi: Öztürk, H. S. ve Yeniçeri, H. K. (2024). Sürdürülebilir Atık Yönetimi Uygulamaları. K. Şahin ve İ. Erol (Eds.), *Gıda, Su Kaybı ve İsrafi* (s. 179-196) içinde. Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları.

SÜRDÜRÜLEBİLİR ATIK YÖNETİMİ UYGULAMALARI

Prof. Dr. Hasan Sabri ÖZTÜRK

Ankara Üniversitesi

Zir. Yük. Müh. H. Kağan YENİÇERİ

ONİMA Biyoteknoloji A.Ş

Özet

Bu makalede, atıkların bir hammadde gibi kullanılarak, içerdikleri değerli bileşiklerin ayrıştırılması ve tekrar kullanıma yönlendirilmesinin gerekliliği ve faydaları incelenmiştir. Amaç evsel veya endüstriyel nitelikli bitkisel veya hayvansal atıklardan geri dönüştürülebilir ürünlerin oluşturulabileceğini ispatlamaktır. Bulundukları haliyle sorun oluşturan bu maddelerin aslında bir hammadde olduğu ve ancak bu şekilde sürdürülebilir bir yaşamın olacağına nedenleri ve örnekleri birlikte incelenmiştir. Bu, zaten tükenme noktasına gelen doğal kaynaklara yönelik ek tehditleri azaltacak ve kaliteli gıdaya daha kolay erişimi sağlayacaktır. Kiraz sapı, soğan ve ceviz kabuğu, portakal, limon ve turunc kabuğu, kavun ve karpuz çekirdeği, kayısı-zerdali çekirdeği içi gibi pazar değeri olan bitkisel atıklar halihazırda gıda sanayinde değerlendirilmektedir. Meyve suyu fabrika atıkları, keçiboynuzu, kekik, elma, kayısı, vişne ve şeftali posası, salça fabrikalarından çıkan domates ve biber atıkları, şarap ve pekmez fabrikalarından çıkan atıklar, bitkisel yağ fabrikalarından çıkan atıklar, şeker pancarı fabrikalarından çıkan atıklar büyük hacimlerde olduğundan kompostlaştırılarak toprağa verilebilir veya tarımda ve hayvan yem katkı maddesi olarak tekrar kullanılabilirler. Buna karşılık bazı atıkların yağı, özü ve çekirdekleri ayrıştırılarak tekrar işlenebilmektedir. Hayvansal atıklar da çeşitli işlemlere maruz bırakılarak tarımsal üretimde tekrar kullanılabilirler. Tüy, yün, deri, kemik ve benzeri mezhaba atıklarının tekrar değerlendirilmesi sonucu yeni ürünlerin çıkarılmasının popülerliği gittikçe artmaktadır. Örneğin tavuk tüyleri ve koyun yünü, yüksek protein içeriğiyle çok değerli aminoasit kaynaklarıdır. Bunlardan üretilen serbest aminoasitler bitki besinlerine ve hayvan yemi rasyonlarına eklenerek, her türlü biyotik ve abiyotik (soğuk, sıcak, kuraklık, tuz) stres koşullarında canlıları güçlendirir ve verimliliği artırır. Kimyasal gübre üretim süreçlerinde asitlerle besin maddelerinin ayrıştırılması sonucu kalan atıktaki nadir elementlerin izole edilmesi de sürdürülebilir atık yönetimi açısından büyük bir potansiyel oluşturmaktadır. Sürdürülebilir üretimi teşvik etmek ve doğal kaynakları korumak için büyük miktarlarda ortaya çıkan bitkisel, hayvansal ve tarımsal endüstriyel atıkların mutlaka geri dönüştürülmesi gereklidir.

Anahtar Kelimeler

Bitkisel ve Hayvansal Atıklar, Atıkların Değerlendirilmesi, Koyun Yünü, Tavuk Tüyü, Amino Asit, Sürdürülebilirlik

SUSTAINABLE WASTE MANAGEMENT PRACTICES

Prof. Dr. Hasan Sabri ÖZTÜRK

Ankara University

MSc. H. Kağan YENİÇERİ

ONİMA Biotechnology Inc.

Abstract

This article examines the necessity and benefits of using wastes as raw materials, separating their valuable components, and reusing them. The aim is to prove that recyclable products can be created from domestic or industrial plants or animal wastes. It has been examined with reasons and examples that these substances, which cause problems in their current state, are raw materials and that a sustainable life can be achieved in this way. This will reduce additional threats to natural resources already nearing depletion and provide easier access to quality food. Wastes such as cherry stalks, onion peels, walnut shells, orange, lemon and bitter orange peels, melon and watermelon seeds, apricot and apricot seed kernels, which are among the plant solid wastes and have market value, are currently being evaluated in the food industry. Since the wastes of fruit juice factories, carob, thyme, apple, apricot, sour cherry and peach pulp from fruit juice factories, tomato and pepper waste from tomato paste factories, wine and molasses factory waste, vegetable oil factory waste, sugar beet factory wastes are in large volumes; they can be composted and given to the soil or reused in agriculture and as animal feed additives. In contrast, some waste oil, essence and seeds can be separated and reprocessed. Animal waste is also reused in agricultural production through various processes. Reusing animal manure, feathers, wool, leather, and slaughterhouse waste to produce new products is becoming increasingly popular. Chicken feathers and sheep wool, with their high protein content, are precious sources of amino acids. The free amino acids produced from them are added to plant nutrients and animal feed rations, strengthening living beings under all kinds of biotic and abiotic (cold, heat, drought, salt) stress conditions and increasing productivity. Isolating rare elements in the wastes remaining after the nutrient isolation by acids used during the production stages of chemical fertilizers also has excellent potential for sustainable waste management. Large volumes of plant, animal, and agricultural industrial waste should be recycled to promote sustainable production and protect natural resources.

Keywords

Plant and Animal Wastes, Waste Utilization, Sheep Wool, Chicken Feather, Amino Acid, Sustainability

Giriş

Genel olarak atıklar çeşitli kriterlere göre sınıflandırabilir ve tanımlanabilirler. Avrupa Birliği 2008/98/CE Direktifine göre 'atık, sahibinin attığı, atmayı planladığı veya atması gereken herhangi bir madde veya nesne anlamına gelir' (Anonymous, 2008). Atıklar şu şekilde sınıflandırılabilir; hal (katı, sıvı, gaz), kaynak (tarımsal, ticari, endüstriyel, belediye) ve parçalanabilirlik (biyolojik olarak parçalanabilir, biyolojik olarak parçalanamaz) (Dey ve ark., 2021). Atık tanımı içerisinde tartışılması gereken başka bir konu ise, bunların geri dönüştürülebileceği ve iyileştirilmiş yeni ürünlerin üretilebileceğidir.

Tarım, gıda endüstrisi ve insan ihtiyaçları için önemli bir hammadde kaynağı sağlamakta ve sonuçta tarımsal ve tarımsal-endüstriyel faaliyetler sonucunda büyük miktarlarda tarımsal artık ortaya çıkmaktadır. Tarımsal atıklar, tarla artıkları (örn. sap, tohum, kabuk, vb.), endüstriyel işleme atıkları (örn. prina, şeker pancarı/kamışı küspesi, fındık küspesi vb.), hayvancılık atıklarından (yataklık/altlık, mezbahadaki atık su, hayvan atıkları, karkaslar vb.) ve kimyasal atıklardan (pestisitler, böcek ilaçları ve herbisitler vb.) oluşur.

Bu makalede farklı kategoriler şeklinde tanımlanan kirletici olarak tanımlanan atıkların, meydana geliş şekilleri, bunların bertaraf edilme yollarından ziyade, bu atıkları bir hammadde gibi kullanarak içlerindeki değerli bileşenleri ayırarak tekrar kullanıma yönltilmesinin gerekliliği ve faydaları incelenmiştir. Özellikle tarla kalıntıları ve endüstriyel işleme atıklarında polifenoller ve diyet lifi gibi bir dizi biyoaktif kimyasal maddeler bulunabilir (Beutinger ve ark., 2020; Castrica ve ark., 2019). Bulundukları haliyle sorun oluşturan bu maddelerin aslında bir hammadde olduğu ve ancak bu şekilde sürdürülebilir bir yaşamın olacağı nedenleri ve örnekleri ile birlikte incelenmiştir. Bu şekilde zaten sonlarına gelmiş veya gelinmekte olan doğal kaynaklara ilave tehditlerde azaltma sağlanabileceği gibi kaliteli gıdaya daha kolay ulaşılması sağlanmış olacaktır.

Günümüzde atıklar alt kategorilere ayrılarak tanımlanmaya çalışılmakta ve katı atıklar, tehlikeli atıklar, endüstriyel atıklar, tarımsal atıklar, klinik atıklar, evsel tehlikeli atıklar, radyoaktif atıklar gibi çok değişik şekilde değerlendirilmektedir. Atığın tanımı birçok duruma göre değişebilir; bir sektör için atığı temsil eden şey, bir başka sektör için değerli bir üretim kaynağı olabilir.

Çevre kirliliği sorunlarını dünyadaki hızlı nüfus artışı ve endüstrileşme ile birlikte hızla arttırmakta ve devasa boyutlara gelmektedir. Gerektiği gibi değerlendirilmeyen veya bertaraf edilmeyen atıklar, insanları ve diğer canlıları tehdit etmektedir. Bozulan çevresel faktörler, küresel ısınma ve iklim değişikliği sonuçlarını doğurmakta, bu da sonuçların küresel boyutta daha yoğun bir şekilde hissedilmesini sağlamaktadır. Bu sebeple atıkların çevre dostu yöntemlerle değerlendirilerek geri kazandırılması büyük önem kazanmaktadır. Ancak endüstriyel bir atık şeklinde olmayan, küçük miktarlarda evsel kullanım sonucunda çıkan ancak ekonomik olarak işlenmesi mümkün olmayan bitkisel atıklar çöpe gitmektedir.

Atıkların Tarımsal Kullanım Olanakları

Bitkisel Atıkların Değerlendirilmesi

Bitkisel üretim süresince veya ürünlerin işlenmesi sırasında çıkan bazı atıklar çeşitli şekillerde tekrar değerlendirilmektedir. Günümüzde pazar değeri olan kiraz sapı, mısır püskülü, soğan ve ceviz kabuğu, portakal, limon ve turunç kabuğu, kavun-karpuz kabuğu ve çekirdeği, kayısı-zerdali çekirdeği içi gibi bitkisel atıklar halihazırda gıda sanayinde değerlendirilmektedir.

Ülkemizde bitkisel atıkların çok az bir kısmı ise kompost üretimi amacıyla geri dönüşümü sağlanabilmekte ve bu şekilde gübre olarak kullanımı sağlanmaktadır. Bunun belirli başlı nedenleri uygun kompostlama teknolojisinin yaygınlaştırılamaması, çıkan ürünlerin ticari değerinin yüksek olmaması, başka organik kaynaklı gübrelerle rekabet edememesi, sürekli üretime uygun standart kalitede atık miktarının yetersizliği ve son kullanıcılardaki bilgi eksiklikleri sayılabilir.

Bu atıkların değerlendirilmesinde en önemli konu atığın bir endüstriyel bir üretimde bir ham madde olarak kullanılıp kullanılmadığıdır. Örneğin meyve suyu fabrikalarından çıkan portakal, limon ve turunç kabuğu, keçiyoynuzu, kekik, elma, kayısı, vişne şeftali posası, salça fabrikasından çıkan domates ve biber atıkları, şarap ve pekmez işletmesi atıkları, bitkisel yağ fabrikaların atıkları, şeker pancarı işletme atıkları büyük hacimlerde oldukları için kompostlanarak toprağa verilebilmekte veya tarım da yem katkı malzemesi olarak yeniden kullanılabilir. Bazı atıkların içerisindeki yağ, esans ve çekirdekler ise ayıklanıp tekrar işlenebilmektedir. Bu atıklar uygun işleme yöntemleri ile işlenerek katma değerli başka ürünler üretilmesi mümkün olmaktadır ve burada hacimli atık üretimden dolayı değerlendirme oranı biraz daha yüksektir.

Fındık kabuğu: Fındık tarımı veya işlenmesi sonucunda fındık ağacı yaprağı, zuruf, sert kabuk, fındık dışı zarı ve yağ küspesini gibi yan ürünler ve atıklar çıkmaktadır. Fındık yaprağı ve meyve kavsakları (zurufları), doğal gübre olarak çoğunlukla herhangi bir işlemten geçirilmeden yeniden fındık bahçelerine dönmektedirler. Fındığın yaklaşık üçte birini oluşturan fındık kabuğu, lignoselülozik içeriği, ucuz olması ve yaygın bulunabilirliği nedeniyle potansiyel olarak önemli bir hammadde kaynağıdır. Türkiye’de yılda yaklaşık 200 bin ton kadar fındık kabuğu atığının çıktığı tahmin edilmektedir (Tufan ve ark., 2015).

Fındık kabuğu en yalın haliyle doğrudan veya işlenerek bereket kömürü ve aktif kömür elde edilerek değerli ve yüksek kalorili yakacak olarak değerlendirilmektedir. Ancak daha kıymetli ürünler olan kontralit ve dayanıklı panellerin yapımında, boya sanayiinde, aktif karbon üretiminde yararlanılır, sağlık için yararlı olan polifenol kaynağı olarak kullanılabilir. Fındık kabuğunda on sekiz farklı fenolik bileşik tanımlanmış ve analiz edilen tüm ekstraktlarda en bol bulunan bileşiğin gallik asit olduğu belirlenmiştir. Gallik asit mürekkep ve boya yapımında kullanılmaktadır. Diğer ilgili bileşikler klorojenik asit, protokateşuik asit ve kateşindir (Di Michele ve ark., 2021). Fındık atıkları fenolikler ve diyet lifi gibi gıda, kozmetik ve ilaç endüstrilerinde kullanılabilecek farklı biyoaktif bileşikler içermektedir ve antimikrobiyal özellikleri nedeniyle kozmetik ve ilaç endüstrilerinde kullanılabilmektedir. Ayrıca, fındık kabuğu atığı, sağlık açısından potansiyel faydaları olan yeni ortaya çıkan probiyotikler olan ksilooligosakkaritler ve arabino-ksilooligosakkaritler üretmek için işlenebilir ve böylece fonksiyonel gıdalar pazarı için yeni bileşenler yaratılabilir (Öztürk, 2023).

Fındık kabuğu biyoetanol üretiminde biyokütle olarak hammadde olarak değerlendirilebilir (Sayar ve ark., 2019) ve levulinik asit gibi katma değerli biyokimyasal üretimde potansiyel olarak hammadde olarak kullanılabilir (Sajid ve ark., 2021), ayrıca lignoselülozik bileşikler olan holoselüloz, α -selülozdan ve lignin içerikleri bakımından zengin olması nedeniyle (Çöpür ve ark., 2007) laktik asit (Dusselier ve ark., 2013) ve hidroksimetilfurfural (Van Putten ve ark., 2013) üretiminde kullanılabilirler. Lignoselülozik biyokütleden öncelikle glikoz ve fruktoz gibi monosakkaritler, asitler, alkali reaktifler, organik çözücüler, iyonik sıvılar, enzimler ve mikroorganizmaların yardımıyla elde edilebilir ve daha sonra bu şekerler katma değerli kimyasallar elde edilebilir (Ashokkumar ve ark., 2022).

Fındık yağı endüstrisinde fındık küspesi olarak adlandırılan kek kalıntıları ortaya çıkmaktadır. Yüksek protein içeriği nedeniyle genellikle hayvan ve balık diyetlerine protein kaynağı olarak eklenebilmektedir (Karabulut ve ark., 2019; Kırmızıgül ve Cufadar, 2019). Kekin bileşimi ekstraksiyon yöntemlerine ve ekstraksiyon işleminde kullanılan çözücülere bağlı olarak değişebilmekte (Geow ve ark., 2021), genel olarak fındık keki %82-96 kuru madde, %39-44 protein, %1- 17 yağ, %25-48 karbonhidrat, %5-9 kül ve esansiyel amino asit içeriği, fındıklı kekteki toplam proteinlerin %17-33'ünü kadar esansiyel amino asit içermektedir (Acan ve ark., 2021; Altop ve ark., 2019; Aydemir ve ark., 2014; Sen ve Kahveci, 2020; Yalçın ve ark., 2005). Alkali ekstraksiyon sonrası çökeltme yoluyla elde edilen fındık kekinin esansiyel amino asit içeriğinin %37'ye kadar çıktığı (Sen ve Kahveci, 2020) ve argininin ana baskın esansiyel amino asit olduğu, bunu lösin, izölösün ve fenilalanin takip ettiği rapor edilmiştir (Sen ve Kahveci, 2020; Xu ve Hanna, 2011).

Pirinç kavuzu: Pirinç kavuzu (veya kabukları), pirincin (*Oryza sativa*) öğütülmesi sırasında üretilen bir yan üründür ve birçok pirinç yetiştirme bölgesinde genellikle bir 'atık ürün' olarak kabul edilir. Pirinç kabukları, biyolojik olarak 'lemma' olarak adlandırılan, pirinç tanesinin sert dış tabakasıdır ve tahılın (endosperm) kendisine kıyasla düşük besin değerine sahiptir. Pirinç kabukları pirinç kepeğiyle karıştırılmamalıdır. Pirinç kepeği, genel olarak pirinç kabuklarından çok daha yüksek bir besin değerine sahiptir ve genellikle atılan veya çürümeye bırakılan kabuklardan daha değerli bir yan ürün olarak kabul edilir.

Pirinç kavuzu yaklaşık %40 selüloz, %30 lignin grubu ve %20 amorf forma (kristalleşmemiş) silika içerir (Chindaprasirt ve ark., 2007; Nair ve ark., 2008). Pirinç kabuğu külü, oldukça gözenekli, hafif ve yüksek spesifik yüzey alanına sahip olan yaklaşık %90 silika içerir. Pirinç kabuğu külü, refrakter (ateş) tuğla, izolasyon imalatı ve alev geciktirici malzemeler gibi birçok malzeme ve uygulamada katkı maddesi olarak uygulanmıştır (Chaudhary ve ark., 2004; Choi ve ark., 2006; Phonphuak ve Chindaprasirt, 2015).

Genelde, biyoetanol, lignoselülozik materyallerden biyolojik dönüşümü yoluyla üretilirler (Zaldivar ve ark., 2001). Pirinç kavuzu gibi lignoselülozik içeriği yüksek materyallerden biyoetanol üretimi artan bir ilgi görmektedir. Pirinç kavuzundan mayaları kullanılarak hidrolizatlardan biyofilm reaktörde etanol üretimleri gerçekleştirilmiştir. Pirinç kabuğu atıkları kompost üretimi ve toprak iyileştirme, biyokömür üretimi, yakıt ve briket üretimi, yardımcı inşaat malzemesi, sığır/domuz/tavuk altlık sistemleri için yataklama, hayvancılık yem takviyesi, saksı karışımı üretimi, mantar üretim substratı, topraksız/hidroponik sistemlerde yetiştirme ortamı olarak kullanılabilir. (Zaldivar ve ark., 2001).

Azalan doğal kaynaklara alternatif olarak tarımsal faaliyetler sonucu ortaya çıkan pek çok bitkisel atığın selüloz kaynağı olabileceği ve böylece odun, keten pamuğu vb. kaynaklara selüloz üretimi için ilave baskının azaltılabileceği bilinmektedir (Bilek ve ark., 2019). Özellikle, pirinç kabuğu (Huang, ve ark., 2011), şeker kamışı küspesi (Sun ve ark., 2004), mısır sapı (Balea ve ark., 2016), şeker pancarı (El-TayebI ve ark., 2012), buğday samanı ve pamuk sapından (Li ve Zhao, 2015) doğal selüloz liflerinin eldesi için ümitvar çeşitlerdir.

Pirinç kabuğundan hazırlanan aktif karbona gümüş bağlanması yoluyla antibakteriyel dezenfektan ürünler geliştirilmektedir. Antibakteriyel metallerin inorganik taşıyıcılara yüklenerek dezenfektan olarak kullanımı da artmaktadır (Bilgin, 2010).

Biyoyakıtlar: Dünya sıcaklık ortalamasının yükselmesi fosil yakıtların kullanımıyla ilgili birçok tartışmayı ortaya çıkarmıştır. (Dow ve Downing, 2006). Ayrıca bu kaynakların birçoğunun içinde bulunduğumuz bu yüz yıl içerisinde biteceği belirginleşmiştir. Yenilenebilir alternatif enerji kaynakları yanında biyokütle çok az kirliliğe neden olabilmektedir.

Bu nedenle çevreye daha az zararlı olan biyoyakıtların üretimi ve kullanımı artmaktadır. Biyoyakıtlar, biyodizel, biyoalkoller (biyoetanol, biyometanol, biyobütanol), biyogaz, sentez gazı ve odun gibi katı yakıtlardır. Biyoyakıtlar doğal halleriyle kullanıldığı gibi biyolojik olarak parçalanarak bioetanol ve biodizel üretiminde de kullanılmaktadır. Biyoetanol, biyohidrojen ve biyodizeller, biyokütle enerjisini oluştururlar. Bitkisel kaynaklardan üretilen ve yüksek oktan değerine sahip bir yakıt olan etanol, benzin ile karıştırıldığında, karbon monoksit ve yanma zor olan hidrokarbonlar gibi egzoz emisyonlarında daha eksiksiz yanmasına ve çıkan enerjinin daha fazla olmasını sağlarlar (Woodson ve Jablonowski, 2008).

Pekmez veya nişastadan, tohumlardan, tanelerden ve şekerlerden fermantasyon yoluyla üretilen etanol ve kolza, palm, soya fasulyesi yağlarının transesterlenmesiyle üretilen biyodizeller birinci nesil biyoyakıtları oluştururlar. Birinci nesil biyoyakıt olarak adlandırılan bazı tarım ürünlerinin doğrudan bioetanol ve biodizel üretiminde kullanılması daha yüksek gıda fiyatlarının oluşmasına neden olmaktadır. Ancak 1 milyara yakın insanın açlık sınırında olduğu gerçeği ve artan iklim değişiklikleri bu çeşit bir üretimin sürdürülebilir olmadığını göstermektedir. Bu nedenle tarımsal ürünlerin işlenmesi sonrası çıkan atıkların geri dönüştürülerek düşük verimde dahi kullanılması özendirilmelidir. Lignoselüloz içeren gıda dışı ürünlerle sürdürülebilir biyoyakıtların üretimi önem kazanmıştır (Tomás-Pejó ve ark., 2008). Örneğin pirinç kavuzu, ormancılık atıkları, biyoenerji ürünleri kağıt çamuru, geri dönüştürülmüş kağıt, belediye katı atıkları içerisindeki lignoselüloz biyolojik dönüşümü yoluyla biyoetanolle dönüştürülmesi sağlanmalıdır (Sathisuksanoh ve ark., 2009, Zaldivar ve ark., 2001).

Bu amaçla öncelikle lignoselüloz içeren atık materyallerinin enzim veya termal hidroliz yoluyla ayrıştırılması yoluyla ikinci nesil biyoyakıtların üretimleri geliştirilmektedir. Odunsu biyokütlelerden mayalar ve özel enzimlerle şekerlere dönüştürülmesi mümkün olmakla birlikte, yüksek teknoloji istemesi dolayısı ile ahşap işleme atıkları, orman hasat tortuları, saman veya odun yongası gibi malzemeler ile gıda üretiminin tekrar değerlendirilmesi mümkün olmayan mısır, şeker pancarı işleme atıkları bu amaçla kullanılabilir.

Biyokütlenin kurutulup öğütülmesinin ardından yüksek basınçta sıkıştırılarak kalınlığı 7-9 mm arasında boyu 1cm olan peletler üretilmektedir. Biyoyakıt amaçlı pelet üretiminde en çok kullanılan bitkisel atıklar odun talaşı, zeytin küspesi, mısır koçanı, kırmızıbiber işleme atıkları, pamuk çiğdi küspesi gibi atıklardır (Başbüyük ve ark., 2021).

Ülkemizde hasat artışı olarak büyük miktarlarda üretilen antep fıstığı atıkları piroliz, gazlaştırma vb. termokimyasal yöntemlerle çevreci bir şekilde değerlendirilebilirler. Bu atıklar çoğunlukla biyoyakıt olarak kullanılmakla birlikte ile değerli kimyasal maddelere ve çevreci polimerik malzemelere dönüştürülebileceği gibi termokimyasal yöntemlerle biyo-yag, sentez gazı ve biyo-polyol gibi çeşitli ürünlere de dönüştürülebilir.

Şeker pancarı atığı: Şeker fabrikasında posa (pancar küspesi) ve melas olarak iki ana atık oluşur. Her iki atıkta hayvan yemi olarak doğrudan kullanılabilirdiği gibi artan bir ivme ile endüstride hammadde kaynağı ve gübre üretiminde değerlendirilmektedir. Küspe, içerisinde bulunan selüloz, hemiselüloz, lignin gibi lifli maddeler selüloz kâğıt, gıda, ilaç, boya gibi endüstride ham madde olarak kullanılabilir (Evkaya, 2014).

Şeker endüstrisi yan ürünü melas fermentasyon yolu ile alkol üretiminde kullanılan kıymetli bir yan üründür. Ana çözeltiden alkolün destile edilmesi sonrası kalan çözelti şlempe olarak adlandırılır. Melas ayrıca sitrik asit, asetik asit, ekmek mayası üretiminin hammaddesidir.

Şekeri fabrikasında pancar ağırlığının yaklaşık %4 oranında melas çıkmakta, alkol ünitesinde ise 3-10 kg melastan 1 litre alkole karşılık yaklaşık 12,5 L şlempe açığa çıkmaktadır.

Koyu kahverengi özellikleri ile karakterize edilen şlempe önemli miktarda potasyum içeriği ile gübre olarak kullanılabileceği fikrini verse de olduğu gibi kullanılmayacak kadar çözünmüş organik madde içeriğine sahiptir. Konsantre şlempe içerdiği potasyum kazanıldıktan sonra hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Günümüzde melastan alkol üretiminde 8-10 BX 'te çıkan şlempe 60-65 BX e deriştirilerek, sıvı gübre üretilmektedir. Şilempeden potasyum sülfat gübresi de üretilmektedir. Örneğin, Eskişehir Şeker Fabrikasında günde 600 m³ şilempeden 6-8 ton K₂SO₄ ve 60-70 ton derişik şilempe elde edilmiştir. Halihazırda konsantrasyonu artırılmış şlempe doğrudan gübre piyasasında değerlendirildiği için ayrıca içerisindeki potasyum sülfatının ayrıştırılmasına gerek duyulmamaktadır. Bu nedenle günümüzde potasyum sülfat üretiminden vazgeçilmekle birlikte, değişen şartlara göre gelecekte bu üretim tekrar değerlendirilebilir.

Şeker üretimi sırasında ortaya çıkan melastan, maya ve alkol üretimi sonrası kalan katı haldeki ürüne vinas ekstresi adı verilmektedir. Üretilen her 1 L etil alkole karşı yaklaşık 10-15 L vinas oluşmaktadır (Ateş ve Namlı, 2021). Vinas en az organik madde (%5), suda çözünür potasyum oksit (% 20-24 K₂O) ve az miktarda azot ve magnezyum içeren değerli bir gübredir. Katı haldeki bu atık doğrudan toprağa uygulanmakta ve organik tarım için üretilen gübre formülasyonları içerisinde katılmaktadır.

Şeker pancarı işleme atıklarından sitrik asit üretimi bilinen bir uygulamadır. Uygun besi ortamlarında, çeşitli bakteri, küf ve mayalar ile sitrik asit üretmektedir. *Aspergillus Niger* ticari sitrik asit üretiminde en çok kullanılan mikroorganizmadır. Özellikle sakkaroz olmak üzere fruktoz ve glikoz içeren melas ve nişastalı hammaddeler *Aspergillus Nigerin* gelişmesi için substrat olarak kullanılarak sitrik asit üretilmektedir. Sitrik asit iki yöntemle üretilmektedir: turuncgillerden izolasyon ve mikrobiyal fermentasyon.

Karbonatlama çamuru (şlam), pancardan şeker üretimi sonucunda katı atık olarak çıkan ve ülkemizde değerlendirilmediği için çok ciddi bir sorun oluşturan, ancak işlenmesi ile çok değerli bir toprak düzenleyicisi ve gübre olan bir atıktır. British Sugar, Birleşik Krallık tarımına kireç ürünleri sağlayan en büyük tedarikçidir. Şeker üretim sürecinin yan ürünü olarak fabrikalarında her yıl yaklaşık 300.000 ton kireçleme ürünü üretilmekte ve LimeX markası altında pazarlanmaktadır. Birleşik Krallık Hükümeti tarım ve diğer kireç pazarları için taş ocağından çıkarılacak ve ezilecek kireçtaşı hacmini önemli ölçüde azaltmak için şlam kullanımını desteklemektedir. Kurutulmuş şlam %60-85 kalsiyum karbonat; %10-15 organik maddeden oluşmakta ve içeriğinde, %7-8 kg/ton N, 7,5-10 kg/ton P₂O₅, 5-11 kg/ton K₂O, en az 7 kg/ton Mg, ve en az 6 kg/ton S içerir.

Şlam toprak pH'ını değiştirmek ve mevcut kalsiyumu artırmak için çok ciddi ve sürdürülebilir bir seçenek sunmaktadır. Özellikle ülkemizde çay tarımının yapıldığı alanlar olmak üzere Karadeniz kıyı şeridinde düşük pH ciddi toprak ve sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Şlam dört temel besin maddesini (kalsiyum, fosfat, magnezyum ve kükürt) içerdiğinden ürün verimini ve karlılığını en üst düzeye çıkarmaya yardımcı olur. Ülkemizde başta çay olmak üzere fındık, şeker pancarı, tahıl, yağlı tohumlar, turp, lahana, havuç, patates ve mısır dahil pek çok üründe kullanılabilir. Organik tarım sistemlerinde kullanım için gerekli özelliklere de sahiptir. Şlamın çok ince parçacık boyutu olması, toprak pH'ı çok hızlı yükseltmesi ve uzun ömürlü olması benzersiz bir özelliğidir.

Meyve suyu ve şarap endüstrisi atıkları: Meyve suyu ve şarap endüstrisinde üzüm pres artığını oluşturan cibreler %50 kabuk, %25 çekirdek ve %25 liflerden oluşmaktadır ve bu cibre işlenerek ile hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Üzümlerin sapları da kısmen kompostlanarak gübre olarak kullanılmaktadır (Cüce ve Dulkadiroğlu, 2017)

Cibrenin %25'ini oluşturan üzüm çekirdeği başlıca %7-20 yağ, %40 fiber yapı, %7 fenolikler, %11 proteinler, ve minerallerden oluşmaktadır (Sevindik ve Selli 2017). Kompostlanmış cibre içerisinde yaklaşık olarak %1,5 azot, %0,5 fosfor ve %2,0 potasyum bulunmaktadır (Sarep, 1992). Yüksek doymamışlık özelliği göstermesi sebebiyle kozmetik ve ilaç sanayinde kullanılmaktadır. Üzüm çekirdeğinin yaklaşık %90 proantosyanidin ihtiva etmesi ile antioksidan özelliği olması ve buna ek olarak doymamış yağ asitlerince zengin olması bunun çok değerli bir madde olmasını sağlamaktadır.

Yer Fıstığı: Yer fıstığı küspesi, karma hayvan yemi üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Dış kabuğunda yüzde 66 selüloz var. Bu nedenle hayvan yemi üretiminde, sunta yapımında hammadde olarak hem de kanatlı hayvanlarda altlık olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca kömür yapımında da yer fıstığı kabuğu kullanılıyor. Yer fıstığı kabuğunun biyoyakıt olarak kullanılması da mümkündür. Kuru yer fıstığının yaprağı %10-11 protein ve %2 azot içermesi nedeniyle kıymetli bir hayvan yemi malzemesidir. Ayrıca bitkinin sapı da selüloz ve azot kaynağı olarak yemde kullanılmaktadır.

Hayvan Kaynaklı Atıklar

Hayvansal kaynaklı atıklardan (koyun yünü, tavuk tüyü, mezbahane atıkları gibi geri dönüşümü zor olan atıkların biyoteknolojik yöntemler kullanılarak düşük maliyetle bitki ve hayvanların kullanabileceği konsantre aminoasit üretilmektedir. Elde edilecek konsantre aminoasitler bitkilerde aminoasit içeren organik sıvı gübre olarak, hayvan yetiştiriciliğinde ise aminoasit, protein takviyesi olarak kullanılabilir.

Koyun yünü %95 organik maddeden oluşmuş, bileşimi %88-92 protein, %85-90 toplam amino asit, %10-11 Humik/fulvik asitler, %8-11 organik azot ve %5-6 potasyum, %3 kükürt, %3-4 lanoline yağı olan çok değerli bir maddedir. Ancak günümüzde azalan endüstriyel talep ve pazar büyüklüğü nedeniyle ticari değeri çok düşmüştür. Dünyanın birçok bölgesinde ve ülkemizde bir atık olarak çevre sorunlarına neden olmaktadır. Bileşimindeki güçlü kükürt ve hidrojen bağları dolayısı ile ayrışmaya karşı çok dirençli olduğu için uzun yıllar parçalanmadan kalabilmektedir. Depolaması da çok zor olduğu için toprak altına gömülmesi ve yakılması gibi çeşitli çözüm yolları ile bertaraf edilmektedir.

Yünü oluşturan en küçük yapı taşı amino asitlerdir. Bilinen 20 çeşit amino asit içerisinde bazıları bitkisel üretimde bitki besin maddelerinin kullanılabilirliğini artırarak, stimulant, uyarıcı, aktivatör olarak kullanılır. Koyun yününden hazırlanmış hidrolizatlar bitkileri abiyotik (kuraklık, soğuk, sıcak, don, tuzluluk) ve biyotik (hastalık) stres koşullarının bitkilerde neden olduğu zararları korur veya azaltır. Yün hidrolizatları ile karıştırılarak oluşturulan organo mineral gübreler yoluyla kimyasal gübre kullanımını etkinliği çok artırmaktadır. Besin maddelerinin kullanılabilirliğini artır.

Bazı amino asitlerin bitkiler, hayvanlar ve insanlara yararları şu şekildedir; alanin substrat tanınmasını, enzim-substrat ilişkisinin özgül olmasını, arginine bitkinin enerjisinin çiçeklenmeye kanallıze olmasını, glutamik asit büyüme hormonlarının salınımını, lizin kalsiyum emilimi, , ameliyat sonrası ve spor yaralanmaları sonrası kas proteinlerinin inşasını, hormonların, antikorların ve enzimlerin sentezlenmesini, prolin bitkide susuzluk, olumsuz iklim koşulları, hastalık ve abiyotik stres koşullarına karşı direncin artmasını, hücre duvarlarının güçlendirilmesini, metiyonin ve sistein sülfür molekülü içeren aminoasitlerdir ve enzimatik reaksiyonlarda metil grubunun verilmesini, valin canlılar için dışarıdan alınması zorunlu (esansiyel) temel besin maddesi olarak görev yaparlar.

Hayvansal kaynaklardan üretilen hidrolizatlar, toprakta kireç gibi bileşenlerin besin maddelerin fiksasyonun azaltmak üzere kullanılan kimyasal şelat (kaplama) malzemelerin ikamesi olarak katma değer yaratır. Granül mineral gübrelerin granülasyonunda yapıştırılma malzemesi olarak çoğunlukla kullanılan PVAc ve PVA gibi kimyasalların yerine geçerek toprakların plastik kirliliğini azaltmasına yardım ederler. Amino asit, humik+fulvik ve organik maddece zengin, nano büyüklükte katı granül gübrelerin yün hidrolizatları ile yapıştırıcı ve kaplanma maddesi olarak kullanarak oluşturulan, yavaş salınımlı akıllı granül gübreler geleceğin gübreleri olacaktır.

Yün lanolin yağ açısından zengindir. Kozmetik sanayinde kullanılan değerli bir yağdır. Yeni kırılmış ve hiçbir işleme tabi tutulmamış koyun yünü çeşme suyu ile ön yıkandıktan sonra deterjanlı su ile iyice yıkanıp ve süzildikten sonra NaCl bulunan su içerisinde kaynatılarak yağ ekstrakte edilebilir.

Sonuç

Bu makalede belirtilen fikirlerin hiçbirisi mutlaka yeni olmayabilir ve muhtemelen halihazırda birçok alanda kullanılıyor da olabilir. Bu makalenin amacı, ‘sahip olduklarımızı kullanarak, ihtiyacımız olanları üretmenin’ mümkün olduğunu ortaya koymaktır. Azalan doğal kaynaklar dolayısı ile bir maddeyi üretmek yerine ve süreç içerisinde doğayı kirletmemek adına atıkların değerlendirilmesi potansiyel bir hammadde olarak daha önemli bir kaynaktır. Önceleri ekonomik olmayan bu yöntemlerin bazıları günümüzde ekonomik hale gelmiş olabilir veya gelişen teknoloji ile üretim maliyetleri azalmış olabilir. Atıkların içerisindeki değerli maddelerin ve nadir elementlerin çıkarılmasının teşvik edilmesi, bu konuda yeni araştırmalara kaynak sağlanması ve yerli kaynaklarımızla büyümenin desteklenmesi sağlanmalıdır.

Kaynaklar / References

- Acan, B. G., Toker, O. S., Palabiyik, I., Pirouzian, H. R., Bursa, K., Kilicli, M., Yaman, M., Er, T. ve Konar, N. (2021). Physicochemical properties of chocolate spread with hazelnut cake: Comparative study and optimization. *LWT-Food Science and Technology*, 147, 111548. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111548>
- Altop, A., Güngör, E. ve Erener, G. (2019). Improvement of nutritional quality of some oilseed meals through solid-state fermentation using *Aspergillus niger*. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(9), 1411-1414. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i9.1411-1414.2721>
- Anonymous. (2008). Directive 2008/98/EC of The European Parliament and of the Council. (22.11.2008). *Official Journal of the European Union*. Retrieved 07.03.2022 from <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=EN>
- Ashokkumar, V., Venkatkarthick, R., Jayashree, S., Chuetor, S., Dharmaraj, S., Kumar, G., Chaudhary, D. S. ve Jollands, M. C. (2004). Characterization of rice hull ash. *Journal of applied polymer science*, 93(1), 1-8.
- Ateş, Ç. ve Namlı, A. (2021). Şeker fabrikası atığı vinasın (şilempe) inkübasyon süresince toprağın bazı kimyasal ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 9(2), 30-41. <https://doi.org/10.33409/tbbbd.992996>
- Aydemir, L. Y., Gökbulut, A. A., Baran, Y. ve Yemenicioğlu, A. (2014). Bioactive, functional and edible film-forming properties of isolated hazelnut (*Corylus avellana* L.) meal proteins. *Food Hydrocolloids*, 36, 130-142. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.09.014>
- Başıbüyük, Ü. F., Aybek, A. ve Üçok, S., (2021). Pamuk Çiğidi Küspesi ve Kırmızı Biber İşleme Atıklarından Biyoyakıt Amaçlı Pelet Elde Edilmesi. *Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 36(4), 879-890.
- Bilek, S., Melikoğlu, A. Y. ve Cesur, S. (2019). Tarımsal atıklardan selüloz nanokristallerinin eldesi, karakteristik özellikleri ve uygulama alanları. *Akademik Gıda*, 17(1), 140-148.
- Balea, A., Meroya, N., Fuente, E., Delgado-Aguilar, M., Mutje, P., Blonco, A. ve Negro, C. (2016). Valorization of corn stalk by the production of cellulose nanofibers to improve recycled paper properties. *BioResources*, 11(2), 3416-343.
- El-Tayebi, T. S., Abdelhafez, A. A., Ali, S. H. ve Ramadan, E. M. (2012). Effect of acid hydrolysis and fungal biotreatment on agro-industrial wastes for obtainment of free sugars for bioethanol production. *Brazilian Journal of Microbiology*, 1523-1525.
- Beutinger, B. A. B., Sefrin, S. C., Bolson, M. K. I., Dal Pont, M. F., Rheinheimer, D. D., Piccoli, D. L. ve Garcia, P. N. (2020). Effects of micronization on dietary fiber composition, physicochemical properties, phenolic compounds, and antioxidant capacity of grape pomace and its dietary fiber concentrate. *LWT-Food Science and Technology*, 117, Article 108652. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108652>
- Bilgin S. (2010). Pirinç Kabuğuna İlave Edilen Ag+ İyonunun Karakterizasyonu. [Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi].

- Castrica, M., Rebucci, R., Giromini, C., Tretola, M., Cattaneo, D. ve Baldi, A. (2019). Total phenolic content and antioxidant capacity of agri-food waste and by-products. *Italian Journal of Animal Science*, 18(1), 336341. <https://doi.org/10.1080/1828051x.2018.1529544>
- Chaudhary, D. S., Jollands, M. C. ve Cser, F. (2004) Recycling Rice Hull Ash: A Filler Material for Polymeric Composites? *Advances in Polymer Technology*, 23, 147-155. <https://doi.org/10.1002/adv.20000>
- Chen, W. H. ve Ngamcharussrivichai, C. (2022). Recent advances in lignocellulosic biomass for biofuels and value-added bioproducts - A critical review. *Bioresource Technology*, 344, 126195. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126195>
- Chindaprasirt, P., Chareerat, T. ve Sirivivatnanon, V. (2007). Workability and strength of coarse high calcium fly ash geopolymer. *Cement and concrete composites*, 29(3), 224-229.
- Choi, N. W., Mori, I. ve Ohama, Y. (2006). Development of rice husks-plastics composites for building materials. *Waste Management*, 26(2), 189-194.
- Çöpür, Y., Güler, C., Akgül, M. ve Taşcıoğlu, C. (2007). Some chemical properties of hazelnut husk and its suitability for particleboard production. *Building and Environment*, 42(7), 2568-2572. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.07.011>
- Cüce, H. ve Dulkadiroğlu H. (2017). Alkollü İçki Endüstrisinden Kaynaklı Çevresel Etkilerin Temiz Üretim Odağında Değerlendirilmesi: Nevşehir’de Şarap Üreten Tesisler Üzerine Bir Çalışma. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6, (ICAFOF Özel Sayı), 163-171. <https://doi.org/10.17100/nevbiltek.345380>, URL:<http://dx.doi.org/10.17100/nevbiltek.345380>.
- Dey, T., Bhattacharjee, T., Nag, P., Ghati, A. ve Kuila, A. (2021). Valorization of agro-waste into value added products for sustainable development. *Bioresource Technology Reports*. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100834>.
- Di Michele, A., Pagano, C., Allegrini, A., Blasi, F., Cossignani, L., Raimo, E. D., Faieta, M., Oliva, E., Pittia, P. ve Primavilla, S. (2021). Hazelnut Shells as Source of Active Ingredients: Extracts Preparation and Characterization. *Molecule* 26, 6607. <https://doi.org/10.3390/molecules26216607>.
- Dusselier, M., Van Wouwe, P., Dewaele, A., Makshina, E. ve Sels, B. F. (2013). Lactic acid as a platform chemical in the biobased economy: the role of chemocatalysis. *Energy & Environmental Science*, 6(5), 14151442. <https://doi.org/10.1039/c3ee00069a>
- Dow, K. ve Downing, T. (2006) The Atlas of Climate Change: Mapping the World’s Greatest Challenges., University of California Press, Oakland.
- El-Tayeb, T. S., Abdelhafez, A. A., Ali, S. H. ve Ramadan, E. M. (2012). Effect of acid hydrolysis and fungal biotreatment on agro-industrial wastes for obtainment of free sugars for bioethanol production. *Brazilian Journal of Microbiology*, 43(4), 1523-35.
- Evkaya, E. (2014). Şeker Pancarı Atığından Geri Kazanılan Selülozun Biyokompozit Olarak Değerlendirilmesi. [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi].
- Geow, C. H., Tan, M. C., Yeap, S. P. ve Chin, N. L. (2021). A review on extraction techniques and its future applications in industry. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 123(4), 2000302. <https://doi.org/10.1002/ejlt.202000302>

- Huang, C., Han., L., Liu, X. ve Ma, L. (2011). The rapid estimation of cellulose, hemicellulose, and lignin contents in rice straw by near infrared spectroscopy. *Energy Sources*, 33, 114–120.
- Liu, R. ve Huang, Y. (2005). Structure and morphology of cellulose in wheat straw. *Cellulose*, 12, 25-34.
- Li, L. ve Zhao, L. (2015). Nature cellulose fibre extracted from different cotton stalk sections by degumming. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 23(6),37-40.
- Karabulut, H. A., Kurtoğlu, İ. Z. ve Kirtan, Y. E. (2019). Effects of the feeds containing hazelnut meal as plant protein source on growth performance and body composition of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) and economic profitability value. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 43(2), 244-252. <https://doi.org/10.3906/vet-1807-7>.
- Kirmizigül, A. ve Cufadar, Y. (2019). Japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) rasyona fındık küspesi ilavesinin büyüme performansı ve karkas özelliklerine etkisi. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 8(1), 28-35.
- Koul, B., Yakoob, M. ve Shah, M. P. (2022). Agricultural waste management strategies for environmental sustainability. *Environmental Research*, 206, 112285. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112285>.
- Nair, P. K. R., Gordon, A. M. ve Mosquera-Losada, M. R. (2008). Agroforestry. In S. E. Jorgensen ve B. D. Fath (Eds.), *Ecological engineering: Encyclopedia of ecology* (Vol. 1, s. 101–110). Elsevier.
- Öztürk, G. (2023). A waste material rich in bioactive compounds: Hazelnut waste. *European Food Science and Engineering*, 4(1), 15-25. <https://doi.org/10.55147/efse.1289656>
- Phonphuak, N. ve Chindaprasirt, P. (2015). Types of waste, properties, and durability of pore-forming waste-based fired masonry bricks. *Eco-efficient masonry bricks and blocks*, 103-127.
- Ramachandran Nair, P. K., Mohan Kumar, B. ve Nair, V. D. (2009). Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of plant nutrition and soil science*, 172(1), 10-23.
- Sajid, M., Farooq, U., Bary, G., Azim, M. M. ve Zhao, X. (2021). Sustainable production of levulinic acid and its derivatives for fuel additives and chemicals: progress, challenges, and prospects. *Green Chemistry*, 23(23), 9198-9238. <https://doi.org/10.1039/d1gc02919c>
- Sathisuksanoh, N., Zhu, Z., Rollin, J. ve Zhang, Y. H. (2009). Cellulose solvent-and organic solvent-based lignocellulose fractionation (COSLIF). *Bioalcohol production*.
- Salan, T. ve Alma, M. (2014). *Antep Fıstığı Atık Kabuklarının Enerji, Kimyasal Madde ve Biyomalzeme Üretiminde Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Termokimyasal Yöntemlere Genel Bir Bakış*. Yeşil Altın Antepfıstığı Zirvesi, Yeşil Altın Antepfıstığı Çalıştayı.
- Sarep, C. I. (1992). The Promise of Pomace. University of California Sustainable Agriculture Research and Education Program. <http://www.sarep.ucdavis.edu/NEWSTLR/v/n1/sa-3.html>.
- Sayar, N. A., Pinar, O., Kazan, D. ve Sayar, A. A. (2019). Bioethanol production from Turkish hazelnut husk process design and economic evaluation. *Waste and Biomass Valorization*, 10(4), 909-923. <https://doi.org/10.1007/s12649-017-0103-y>

- Sen, D. ve Kahveci, D. (2020). Production of a protein concentrate from hazelnut meal obtained as a hazelnut oil industry by-product and its application in a functional beverage. *Waste and Biomass Valorization*, 11(10), 5099-5107. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-00948-z>
- Sevindik, O. ve Selli, S. (2017). Üzüm Çekirdek Yağı Eldesinde Kullanılan Ekstraksiyon Yöntemleri. *Gıda*, 42(1), 95-103.
- Shahidi, F., Alasalvar, C. ve Liyana-Pathirana, C. M. (2007). Antioxidant phytochemicals in hazelnut kernel (*Corylus avellana* L.) and hazelnut byproducts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(4), 12121220. <https://doi.org/10.1021/jf062472o>
- Sun, J.X., Sun, X.F., Zhao, H. ve Sun, R.C. (2004). Isolation and characterization of cellulose from sugarcane bagasse. *Polymer Degradation and Stability*, 84, 331-339.
- Tomas-Pejo, E., Oliva, J. M. ve Ballesteros, M. (2008). Realistic approach for full-scale bioethanol production from lignocellulose: A review.
- Tufan, M., Akbas, S., Güleç, T., Taşçıoğlu, C. ve Alma, M. H. (2015). Mechanical, thermal, morphological properties and decay resistance of filled hazelnut husk polymer composites. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 17(4), 221x2015005000075, 865-874. <https://doi.org/10.4067/s0718>
- Van Putten, R.-J., Van Der Waal, J. C., De Jong, E., Rasrendra, C. B., Heeres, H. J. ve de Vries, J. G. (2013). Hydroxymethylfurfural, a versatile platform chemical made from renewable resources. *Chemical Reviews*, 113(3), 1499-1597. <https://doi.org/10.1021/cr300182k>
- Woodson, M. ve Jablonowski, C. J. (2008). An economic assessment of traditional and cellulosic ethanol technologies. *Energy Sources*, 3, 372-383.
- Xu, Y. ve Hanna, M. A. (2011). Nutritional and anti-nutritional compositions of defatted Nebraska hybrid hazelnut meal. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(10), <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02712.x> 2022-2029.
- Yalçın, S., Oğuz, F. ve Yalçın, S. (2005). Effect of dietary hazelnut meal supplementation on the meat composition of quails. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 29(6), 1285-1290.
- Zaldivar, J., Nielsen, J. ve Olsson, L. (2001). Fuel ethanol production from lignocellulose: A challenge for metabolic engineering and process integration. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 56(1-2), 17-34.

Yazarlar Hakkında / About Authors

Prof. Dr. Hasan Sabri ÖZTÜRK | Ankara Üniversitesi
hozturk[at]agri.ankara.edu.tr | ORCID: 0000-0002-0106-6939

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünden 1989 yılında mezun olmuştur. Akademik hayatına 1990 da aynı bölümde Araştırma Görevlisi olarak başlamıştır. Yüksek lisans çalışmalarını Ankara Üniversitesi (1991) ve Gent Üniversitesi (1998) de tamamlamıştır. Topraklarda çözünmüş madde ve su hareketi üzerine doktora çalışmasını 2000 yılında tamamlamıştır. Öğretim üyesi olarak 2006'da Ankara Üniversitesinde Doçent olarak çalışmaya başlamış, 2014 yılında profesör kadrosuna atanmıştır. Halen aynı bölümde çalışmaktadır. Toprak fiziği bilim dalında toprak tuzluluğu ve ıslahı, toprak sıkışması, toprakta su ve tuz hareketi ve temel toprak fiziksel özellikleri konularında çeşitli projelerde çalışmış ve bu konuda yayınları bulunmaktadır.

Prof. Dr. Hasan Sabri ÖZTÜRK | Ankara University
hozturk[at]agri.ankara.edu.tr | ORCID: 0000-0002-0106-6939

He graduated from Ankara University, Faculty of Agriculture, Soil Science Department in 1989. He started his academic career in 1990 as a Research Assistant in the same department. He completed his postgraduate studies at Ankara University (1991) and Ghent University (1998). He completed his PhD on solute transport and water movement in soils in 2000. He started working as an associate professor at Ankara University in 2006 and was appointed a professor in 2014. Currently, Ozturk works as a Professor at the Soil Science and Plant Nutrition Department at Ankara University. His main research interests are in soil physics, including soil salinity and reclamation, soil compaction, water and solute movement in soil and basic soil physical properties.

**Zir. Yük. Müh. H. Kağan YENİÇERİ | Onima Biyoteknoloji A.Ş.
k.yeniceri[at]onima.com.tr | ORCID: 0009-0006-0098-4945**

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünden 2014 yılında mezun olmuştur. Yüksek lisan çalışmasını Futbol sahalarındaki sıkışmanın belirlenmesi ve haritalanması üzerine tamamlayarak Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nde 2018 yılında Ziraat Yüksek Mühendis ünvanı ile mezun olmuştur. Özel sektöre ait çeşitli gübre firmalarında üretim ve satış bölümlerinde 2017-2021 yılları arasında çalışmıştır. Kurucu ortak olarak Onima Biyoteknoloji A.Ş.'yi 2021 yılında kurmuştur. Bu şirkette bünyesinde yürütülmekte olan KOSGEP ve TÜBİTAK/ TEYDEP tarafından desteklenen hayvansal atıklardan amino asit üretilmesi konularının içeren çeşitli AR-Ge projelerinde araştırmacı olarak çalışmıştır. Halen aynı şirkette Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı ve Fabrika Müdürü olarak çalışmaktadır.

**MSc. H. Kağan YENİÇERİ | Onima Biotechnology Inc. | k.yeniceri[at]onima.com.tr
ORCID: 0009-0006-0098-4945**

He graduated from Ankara University, Faculty of Agriculture, Soil Science and Plant Nutrition Department in 2014. He graduated in 2018 with a master's degree in determining and mapping soil compaction in football fields from Ankara University, Institute of Applied Science. Between 2017 and 2021, he worked in the production and sales departments of various private-sector fertilizer companies. As a founding partner, he established Onima Biotechnology Inc. in 2021. He worked as a researcher on multiple R&D projects carried out by this company, including the production of amino acids from animal wastes, supported by KOSGEP, TÜBİTAK/TEYDEP and international companies. He currently works as the Vice Chairman of the Board and Factory Manager at the same company.