

Received: 14.12.2018

Accepted: 27.12.2018

DOI: 10.30516/bilgesci.497147

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2(Special Issue), 98-108, 2018

Elma İşleme Atıklarının Özelliklerinin Belirlenmesi ve Bertaraf Yöntemlerinin İncelenmesi

Kemal Sülük^{1*}, İsmail Tosun¹, Kamil Ekinci²

Özet: Türkiye, elma ve elma işleme ürünleri, meyve üretim alanı ve üretim miktarları bakımından ilk on ülke arasında yer almaktadır. Dünyadaki elma üretimi çoğunlukla Çin, ABD ve Türkiye’de gerçekleştirilmektedir. Türkiye’de üretilen elmaların % 76,3’ü on ilde gerçekleştirilmektedir. Bu iller arasında ilk sırada yer alan Isparta’yı Niğde, Karaman ve Antalya takip etmektedir. Elma işleme endüstrisinin ön eleme-temizleme işlemlerinden kaynaklanan atıklar, işleme için uygun olmayan yapraklar, dallar ve meyvelerden oluşmaktadır. Elma işleme atığının yaklaşık % 20’si hayvan yemine katkı maddesi olarak kullanılmakta ve geri kalan % 80’i düzenli/düzensiz depolama ve yakma işlemleri ile bertaraf edilmektedir. Bu çalışmada, elmanın ön işlemlerinden kaynaklanan atıkların fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş ve bu atıkların bertarafı için stratejilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada kullanılan katı atık örnekleri, Isparta’da faaliyet gösteren Elmataş Göller Bölgesi Meyve ve Sebze Değerlendirme Şirketi’nden alınmıştır. Elde edilen örnekler su muhtevası, birim hacim ağırlığı (BHA), serbest boşluk oranı (FAS), organik madde (OM) içeriği, pH ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri, C/N oranı, amonyum ve nitrat değişimleri açısından analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Elma işleme işleminden önce ve işlem sırasında aşırı su kullanılmaktadır. Elma işleme endüstrisi ön eleme-temizleme atıklarında yapılan deneylerde su içeriği % 82,5, BHA 0,78 kg/l, FAS % 30,46, OM içeriği % 94,62, pH 4,12, EC 1,05 dS/m ve C/N oranı 30 olarak bulunmuştur. Elma işleme endüstrisi ön eleme-temizleme atıklarının organik madde ve su muhtevası yüksek, pH değeri ise düşüktür. Bu atıkların bitkisel ve hayvansal kaynaklı diğer atıklar ile uygun oranlarda karıştırılarak değerlendirilmesi mümkündür. Buna göre kompostlama ve anaerobik artım yöntemleri alternatif bertaraf yöntemleri olarak görülmektedir.

Keywords: Elma işleme atıkları, kompostlama, yakma, bertaraf stratejileri, Isparta

Determination of Properties of Apple Processing Waste and Investigation of Appropriate Disposal Methods

Abstract: Turkey is among the top ten countries in terms of apple and apple processing products, fruit production area and production quantities in the world. Most of the apple production in the world are realized in China, the US and Turkey. 76.3% of the apples produced in Turkey are performed in ten provinces. Isparta is ranked the first followed by Niğde, Karaman and Antalya. The wastes from pre-screening-cleaning processes in the apple processing industry are composed of leaves, branches, and fruit that are not suitable for processing. Approximately 20% of the apple processing waste is used as an additive to animal feed, and the remaining 80% is disposed of by regular / irregular disposal and burning operations. In this study, the physical and chemical properties of wastes from apples pre-processing were determined and the strategies

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 32260, Isparta, Türkiye

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, 32260, Isparta, Türkiye

* Corresponding author (İletişim yazarı): kemalsuluk@gmail.com

Citation (Atf): Sülük, K., Tosun, İ., Ekinci, K. (2018). Elma İşleme Atıklarının Özelliklerinin Belirlenmesi ve Bertaraf Yöntemlerinin İncelenmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2 (Special Issue): 98-108.

for disposal of these wastes were aimed to be developed. Solid waste samples used in this study were obtained from Elmataş Göller Region Fruit and Vegetable Processing Company operating in Isparta. The obtained samples were analyzed for water content, weight per unit volume (BHA), free air space (FAS), organic matter (OM) content, pH and electrical conductivity (EC) values, C/N ratio, phosphorus, ammonium and nitrate changes and the results obtained were evaluated. Excess water was used before the apple processing process and during the process. The results obtained from pre-screening-cleaning wastes of apple processing industry showed that water content, BHA, FAS, OM, pH, EC, and C/N ratio were 82.5%, 0.78 kg/l, 30.46%, 94.62%, 4.12, 1.05 dS/m, and 30, respectively. Analysis results show that pre-screening-cleaning wastes of apple processing industry have high organic matter and water content, while the pH value is low. It is possible to evaluate these wastes by mixing them in appropriate proportions with other wastes of vegetable and animal origin. Accordingly, composting and anaerobic treatment methods seem to be alternative disposal methods.

Keywords: Apple processing wastes, composting, incineration, disposal strategies, Isparta.

1. Giriş

Elma, ılıman iklim meyve türleri grubu içinde yer alan ve dünyada üretimi çok olan meyvelerden biridir. Elmanın yaygın bir kullanım alanı bulunmaktadır. Gerek sofralarda meyve, reçel, marmelat, çay, sirke olarak tüketilmekte gerekse tıbbi alanda kullanılmaktadır. Dünya’da ve Türkiye’de elma üretimi sırasıyla 80 milyon (FAO, 2013) ve 3 milyon tondur (TUİK, 2017). Dünya elma üretiminde önde gelen ülkeler arasında Çin, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Türkiye yer almaktadır. 39 milyon tonluk elma üretimi ile üretim yapan Çin’i, 4 milyon ton ile ABD, 3,1 milyon ton ile Türkiye izlemektedir. Ülkelere göre elma üretim miktarları Çizelge 1’de gösterilmiştir (FAO, 2013).

Çizelge 1. Ülkelerin Dünya elma üretimindeki yeri

Ülkeler	Elma Üretimi (ton)	Oran (%)
Çin	39.682.618	49,10
ABD	4.081.608	5,05
Türkiye	3.128.450	3,87
Polonya	3.085.074	3,82
İtalya	2.216.963	2,74
Hindistan	1.915.000	2,37
Fransa	1.737.482	2,15
Şile	1.709.582	2,12
İran	1.693.370	2,10
Rusya	1.572.000	1,95
Arjantin	1.245.018	1,54
Brezilya	1.231.472	1,52
Ukranya	1.211.400	1,50
Özbekistan	937.000	1,16
Meksika	858.608	1,06
Diğer ülkeler top.	14.516.876	17,95
Dünya	80.822.521	100

Dünyada elma üretim miktarları yıllara göre sürekli artış göstermesine rağmen elma üretim alanları 1990’lı yılların ortaları itibariyle azalma eğilimi göstermiş ve bu eğilim 2009 yılı itibariyle artışa geçmiştir. İlk yıllarda elma üretim alanlarında azalmalar olmasına rağmen elma üretiminde artışlar gözlenmiştir. Elma ıslah çalışmalarının her geçen gün artması ve tarımsal teknolojilerinin gelişmesi verimliliği artırmış ve üretime olumlu yansıdığı görülmüştür (Aras, 2015).

1.1. Türkiye’de elma üretimi

Elma uzun yıllardır Türkiye’de en çok üretimi yapılan meyve türü olmakla birlikte tarihsel süreçte ekonomik anlamda da Türkiye’nin en cazip meyve türü olmuştur (Ercişli, 2004). Ülkemizin coğrafi yapısı ve iklim koşullarına en uygun meyve olması hemen hemen her bölgede yetiştirilmesine imkan sağlamaktadır. Ülkemizde tarıma elverişli alanların yaklaşık %15’inde meyve yetiştiriciliği yapılmakta olup toplam meyve alanlarının %5,3’ünü elma oluşturmaktadır. Ayrıca 2014 yılında yaklaşık 1,8 milyon dönümlük alanda 2,5 milyon ton elma üretilmiştir (Anonim, 2014). TÜİK verilerine göre Türkiye’de yıllara göre üretilen meyve çeşitleri ve üretim miktarları Çizelge 2’de gösterilmiştir. Bütün illerimizde elma üretimi yapılmakla birlikte 10 ilimiz ticari olarak ön plana çıkmaktadır (TÜİK, 2017). Bu iller içinde Isparta, Karaman ve Niğde üretimin yaklaşık yarısını karşılarken bu illeri Antalya, Denizli, Çanakkale, Mersin, Kayseri, Kahramanmaraş ve Konya takip etmektedir. Elma üretimin % 75,5’lik kısmı bu illerimizde yapılmaktadır.

Isparta ilinin genelinde açık ve kapalı elma bahçe sayısının fazla olması, ülke elma üretimi içindeki payını artırmaktadır. Bölgede elma yetiştiriciliği 1960’lı yıllarda başlamış ve günümüze 646.266 ton üretime kadar yükselmiştir. Elma üretiminde Eğirdir, Gelendost, Yalvaç, Senirkent, Isparta Merkez ve diğer ilçeler takip etmektedir (İşçi, 2014). Isparta ili ve ilçelerinde yetiştirilen elma üretim miktarları Çizelge 3’te gösterilmiştir (TÜİK, 2017). Isparta’da Asya Meyve Suyu, Elması, Elmataş ve Anadolu Etap Meyve Suyu fabrikaları faaliyet göstermektedir.

1.1. Elma suyu üretim teknolojisi

Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu Ve Benzeri Ürünler Tebliği’ne göre (Tebliğ No: 2014/34), meyve suyu; sağlam, olgun, taze veya soğukta ya da dondurularak muhafaza edilmiş, tek meyvenin veya daha fazla meyve karışımının yenilebilir kısımlarından elde edilen, elde edildiği meyve ve meyvelerin karakteristik renk, aroma ve tadına sahip, fermente olmamış ancak fermente olabilen ürün olarak tanımlanmaktadır (Resmi gazete, 2014). Ana hatlarıyla elma suyu endüstriyel üretim prosesi iş akış şeması Şekil 1’de gösterilmiştir. Elmalar, stok alanından, meyve boşaltma havuzlarına alınarak dik helezon yardımı ile meyve yıkama havuzlarına aktarılmaktadır. Yıkama havuzlarında, elma ile taşınan toprak, taş, yaprak vb. maddelerin uzaklaştırılması için, ham su ile yıkama işlemi uygulanmaktadır. 2. kademe yıkamada ters osmoz suyu ile yıkanıp, son duşlama (durulama) yapılmaktadır. Yıkama işlemi tamamlanan meyveler, konveyör bant aracılığı ile meyve parçalama bölümüne iletilmeden önce, seçme işlemine tabi tutulmaktadır. Seçme bölümünde, hammaddeki ham, çürük, ezik, vb. kusurlu meyvelerin ve sap, yaprak gibi yabancı maddelerin seçilme işlemi gerçekleştirilmektedir. Yıkanarak temizlenmiş meyveler, çekirdek çıkarma işleminin ardından, değirmende parçalanarak elekten geçirilip, meyve eti değirmenine aktarılmaktadır (AEP, 2016).

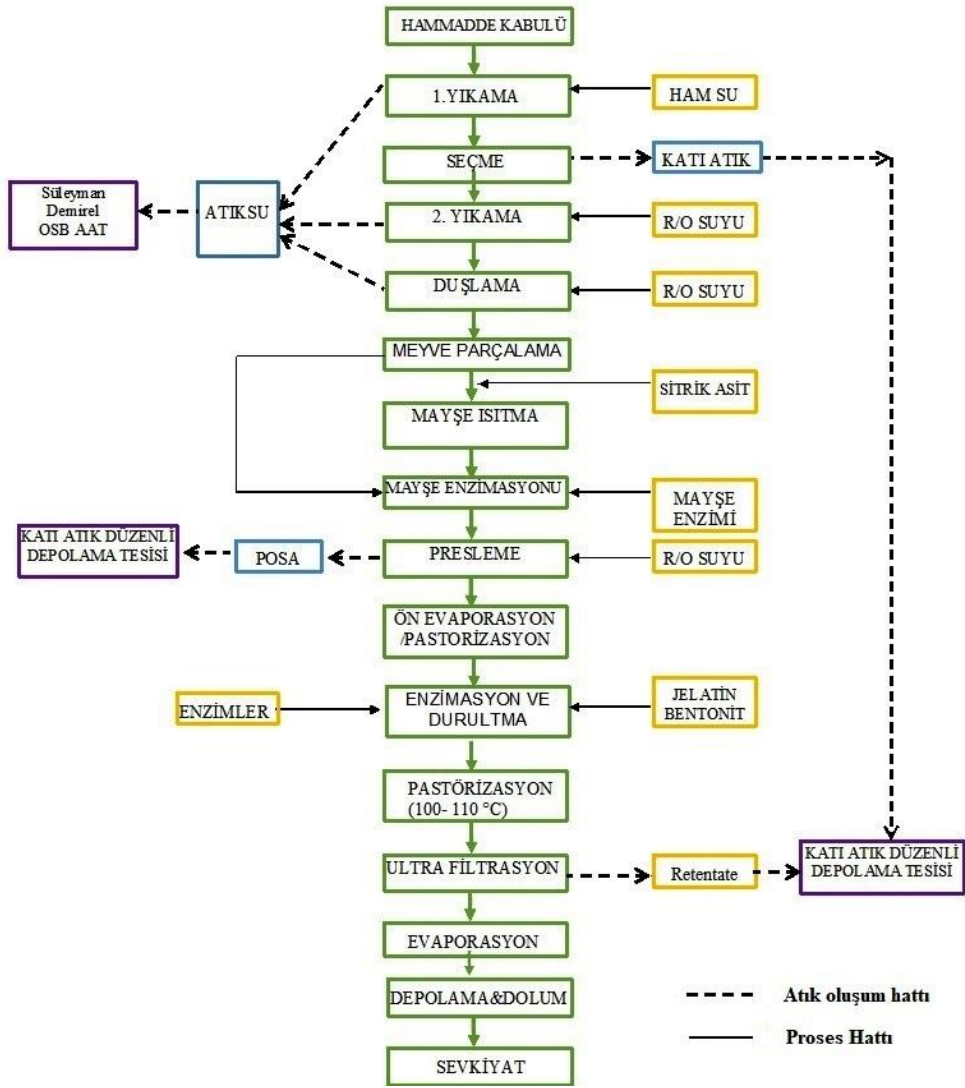
Çizelge 2. Türkiye’de yıllara göre meyve üretimi (ton)

Yıllar	Üzüm	Elma	Portakal	Kayısı
2005	3.850.000	2.570.000	1.445.000	894.000
2006	4.000.063	2.002.033	1.535.806	483.459
2007	3.612.781	2.457.845	1.426.965	589.732
2008	3.918.442	2.504.494	1.427.156	750.574
2009	4.264.720	2.782.365	1.689.921	660.894
2010	4.255.000	2.600.000	1.710.500	476.132
2011	4.296.351	2.680.075	1.730.146	676.138
2012	4.234.305	2.888.985	1.661.111	795.483
2013	4.011.409	3.128.450	1.781.258	811.609
2014	4.175.356	2.480.444	1.779.675	278.210
2015	3.650.000	2.569.759	1.816.798	696.100

Çizelge 3. Isparta ili ve ilçelerinde yetiştirilen elma üretim miktarları (ton) (TÜİK, 2017)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Gelendost	193.243	186.427	196.994	196.932	195.242	77.835	18.3654	183.047
Eğirdir	154.084	217.889	230.994	235.901	247.318	259.898	249.110	287.492
Yalvaç	43.938	40.461	34.407	36.249	35.961	13.371	17032	17.114
Senirkent	35.613	53.746	56.614	56.107	60.578	18.148	70472	52.466
Uluborlu	27.710	19.143	18.778	18.226	18.431	1.960	9.233	9.904
Aksu	17.876	18.434	19.910	15.067	15.309	12.310	14.642	15.524
Merkez	17.241	16.742	16.896	14.149	9.973	6.653	9.380	7.233
Gönen	15.761	16.260	17.662	17.170	19.941	5.984	5.416	5.293
Atabey	15.535	10.840	9.836	11.526	8.166	3.097	9.575	10.514
Şarkikaraağaç	14.654	18.631	21.348	20.971	21.902	25.354	20.557	21.491
Keçiborlu	8.256	5.596	5.596	4.921	4.920	4.520	3.287	3.261
Sütçüler	3.040	3.040	3.040	3.022	3.177	1.741	1.576	1.512
Yenişarbademli	2.420	2.720	2.720	4.621	5.348	5.067	2.569	2.524
Toplam	549.371	609.929	634.795	634.862	646.266	435.938	596.503	617.375

Parçalanmış meyve eti (mayşe), konsantre renk kaybını önlemek amacıyla, ısıtma işlemine tabi tutulmakta ve uygulama sıcaklığı 50-70 °C arasında değişmektedir. Isıtma işlemine tabi tutulan mayşeye, mayşe tanklarında renk veya enzim ilavesi yapılabilmektedir. Mayşe enzimasyonunda, en önemli etken bekleme süresi ve sıcaklıktır. Böylelikle, yardımcı enzim ilaveleri ile, elmadan maksimum verim alınması sağlanmaktadır. Enzimasyon işleminin ardından presleme bölümüne aktarım yapılmaktadır. Presleme ile, mayşedeki sıvı fazın, meyve suyu olarak ayrılması gerçekleşmektedir. Presleme işleminin ardından ön evaporasyon ve pastörizasyon işlemine tabi tutulan elma meyvesi, bu işleminin ardından, enzimasyon ve durultma işlemine tabi tutulmaktadır. Devamında pastörizasyon, ultra filtrasyon ve evaporasyon işlemi ile, sterilize edilmiş, konsantre edilmiş, kimyasal değişmeye karşı stabilize edilmiş ve hacim azalması sağlanmış olan elma suyu üretilmektedir. Proses iş akım şemasında da görüldüğü gibi proses esnasında bazı katı ve sıvı yan ürünler-atıklar oluşmaktadır. Katı atıklar; elma posası ile ön eleme temizleme atıklarından, atıksu ise 1. ve 2. yıkama işleminden meydana gelmektedir (AEP, 2016).



Şekil 1. Endüstriyel elma suyu üretimi iş akış şeması (AEP, 2016)

1.2. Elma işleme atıklarının bileşimi

Elma işleme atıkları ön eleme-temizleme atıklarından ve posadan meydana gelmektedir. Ön eleme-temizleme atıkları; elma posası ile birlikte ham, çürük, ezik, kusurlu meyvelerin sap ve yaprakları ve yabancı maddelerden meydana gelmektedir. Elma suyu üretimi prosesinde önemli miktarlarda elma posaları artık olarak oluşmaktadır. Elma posası yan ürün olarak oluşmakta olup, meyve suyu sanayi atıklarının %25-35'ini oluşturmaktadır (Djilas vd., 2009, Vendruscolo vd., 2008). Elma posasının bileşimi, proste kullanılan elmanın çeşidine ve işleme aşamasında kullanılan preslemenin niteliğine ve tekrarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Paganini vd., 2005). Elma posası ve kabuğu, diğer tarımsal atıklarda olduğu gibi hemiselüloz, sellüloz, lignin, mineral ve fenolik bileşiklerce zengin bir yapıya sahiptir (Karaboyacı vd., 2017). Elma posası, kabuk, çekirdek, tohum, çanak yaprak, saptan ve yumuşak dokudan oluşmaktadır (Grigelmo vd., 1999). Elma posasının bileşiminde basit şekerler, az miktarlarda mineraller, proteinler ve vitaminler, bulunmaktadır (Jin vd., 2002). Elma posası ile ilgili yapılan çalışmalarda nem içeriği %70-75 olarak bulunmuştur (Bhushan vd., 2008, Gullón vd., 2007). Elma posasının fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4'te verilmiştir.

1.3. Elma işleme atıklarının kullanım alanları

Elma suyu üretim prosesi ön eleme-temizleme esnasında çıkan atıklar hiçbir işleme tabi tutulmadan katı atık depolama sahalarında depolanmaktadır. Ayrıca tesiste uzun zamandır biriken bu atıklar doğal yollarla kurumuş ise doğrudan yakılarak bertaraf edilmektedir. Elma posasının hem ekonomik hem de ekolojik açıdan en uygun kullanım alanının pektin üretimi olduğu kabul edilmektedir. Elma suyu üretiminde kullanılan çeşitli enzimlerin posada enzimatik reaksiyonu sonucu esmerleşmesiyle ortaya çıkan koyu renkten dolayı, posanın açık renkli yiyeceklerde kullanımı sınırlı olabilmektedir (Schieber vd., 2001).

Çizelge 4. Elma posasının fiziksel ve kimyasal bileşenleri* (Bhushan vd., 2008)

Bileşen	Miktar	Bileşen	Miktar
Nem (%)	3,90–10,80	Karbonhidratların alkolde eriyebilir fraksiyonu	
Protein (%)	2,94–5,67	Sakaro (%)	3,80–5,80
Toplam Karbonhidrat (%)	48,0–62,0	Fruktoz (%)	19,50–19,70
Lif (%)	4,70–51,10	Glikoz (%)	48,30
Suda çözünebilir Lif (%)	36,50	Ksiloz, mannoz, galaktoz (%)	1,20–4,40
Suda çözünemez Lif (%)	14,60	L-malik asit (%)	2,60–3,20
Yağ (%)	1,20–3,90	Arabinoz ve ramnoz (%)	7,90–6,0
Pektin (%)	3,50–14,32	Glikooligosakkaritler (%)	3,40–3,80
Kül (%)	0,50–6,10	Ksilooligosakkaritler (%)	3,0–3,70
Mineraller		Arabinoooligosakkaritler (%)	0,20–0,40
Fosfor (%)	0,07–0,076	Üronik asit (%)	2,70–3,40
Potasyum (%)	0,43–0,95	Karbonhidratların alkolde çözünemez fraksiyonu	
Kalsiyum (%)	0,06–0,10	Glukan (%)	41,90–42,90
Sodyum (%)	0,20	Nişasta (%)	14,40–17,10
Magnezyum (%)	0,02–0,36	Selüloz (%)	7,20–43,60
Bakır (%)	1,10	Ksiloz polisakkarit, mannoz-galaktoz	13,0–13,90
Çinko (%)	15,00	Arabinoz ve ramnoz polisakkarit (%)	8,10–9,0
Manganez (%)	3,96–9,00	Asit deterjan lignin (%)	15,20–20,40
Demir (mg/kg)	31,80–38,30	Üronik asit (%)	15,3

*Kurutulmuş elma posası

Posanın içerdiği bileşenlerin besin değerlerinin yüksek olması ve geri kazanımının mümkün olabilmesi, posanın gıda katkısı ve tamamlayıcısı olarak kullanım imkanını ortaya çıkarmış ve atıklara olan ilgiyi artırmıştır. Ancak bu işlemler endüstriyel boyutta ileri teknoloji yatırımları gerektirdiğinden yüksek maliyetleri sebebiyle zaman zaman sadece bilimsel araştırmadan öteye geçemeyen çalışmalar şeklinde kalmıştır. Çeşitli araştırmacılar tarafından posadan enzim üretimi (Joshi vd., 2006, Schemin vd., 2005), organik asit (Shojaosadati ve Babaeipour, 2002), etanol (Hang vd., 1981), aroma bileşenleri (Medeiros vd., 2000), doğal antioksidanlar (Lu ve Foo, 2000) ve yenilebilir liflerin üretimi (Masoodi vd., 2002) ile ilgili çalışmalar yapılmıştır.

1.4. Elma suyu işleme atıklarının çevresel etkileri

Artan nüfus ile birlikte meyve işleyen fabrikaların sayısının da gün geçtikçe artması göz önüne alınarak, atık miktarlarının artması ve buna paralel olarak yeni atık problemlerinin ortaya çıkmasını kaçınılmaz hale getirmektedir. Meyve işleme sanayi prosesinden doğal ve insan yaşamı üzerinde olumsuz etkileri bulunan atıksular ve katı atıklar oluşmaktadır.

Atıksular yüksek oranda biyolojik olarak parçalanabilir organik madde muhtevasına sahiptir. Bu organik maddeler, doğrudan toksik veya zararlı olmamakla birlikte, çoğunlukla şeker türevi içeren bileşiklerden meydana geldiğinden, su kaynaklarına deşarj edilmesi durumunda oksijen tüketiminin artmasına sebep olmaktadır. Meyve işleme atıksularının yüksek miktarda organik asit içermesi (düşük pH), azot ve fosfor eksikliğinden kaynaklanan besin miktarının az olması, üretim prosesine bağlı olarak atıksuyun miktarındaki ve karakterizasyonundaki dalgalanmalardan dolayı ham atıksuyun arıtılması zor ve maliyeti de yüksektir. Deşarj, eğer bir su ortamına yapılacaksa tam arıtım yapılması, kanalizasyona deşarj yapılacaksa ön arıtım yapılması zorunludur (Elmaslar, 2002).

Meyve işleme sanayinin katı atıkları; kabuklar, tohumlar, dal ve yapraklar, çürümüş, ezik meyveler ve elma posası içeren bitkisel atıklardır. Meyve suyu üretimin her geçen gün artması ile birlikte mikrobiyal bozunmaya eğilimli organik madde içeren bu atıkların da miktarı artmakta ve giderek büyüyen bir sorun haline gelmektedir. Bu atıkların depolanması, kurutulması ve taşınması da maliyet gerektiren işlemlerdir. Meyve işleme endüstrisine ait bitkisel kaynaklı katı atıklar oluşumundan sonra mikrobiyolojik olarak bozulmaya başlarlar. Bu da görüntü ve koku kirliliğine sebep olmaktadır. Bu problemlerin oluşmaması için kurutma alternatifi ön plana çıkmakta ancak maliyeti yüksek olduğundan dolayı bu işlem de birçok üretici tarafından tercih edilmemektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmaya konu olan elma işlemeden oluşan (ön eleme-ayırma) katı atıklar Isparta'da faaliyet gösteren Elmataş Göller Bölgesi Meyve ve Sebze Değerlendirme Şirketi'nden temin edilmiştir (Şekil 2). Atıklar arazide bir süre kurutulduktan sonra parçalayıcı yardımıyla öğütülmüş ve analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz metotları Çizelge 5'de verilmiştir.



Şekil 2. Elma işleme ön eleme-temizleme atıkları

Çizelge 5. Elma işleme atıklarında yapılan analizler ve metotları

*Parametre	Analiz Metodu
SM	TMECC
BHA	TMECC
FAS	TMECC
OM	TMECC 03.02-A
pH	TMECC 04.11-A1:5
EC	TMECC 04.10-A1:5
C/N	Elemental Analiz
Amonyum	SSSA, 1996
Nitrat	SSSA, 1996

* SM: su muhtevası, OM: organik madde muhtevası,
BHA: birim hacim ağırlığı, FAS: serbest boşluk oranı,
EC: elektriksel iletkenlik.

3.Bulgular

Türkiye'de meyve suyuna işlenen toplam meyve miktarları 2000 yılında 433.000 ton iken 2007 yılında 737.000 ton, 2008 yılında ise 771.000 tondur. Meyve suyuna işlenen elma ise yıllar içerisinde 244.000 ton ile 409.000 ton arasında değişiklik göstermekte ve işlenen meyveler içinde her yıl en yüksek oranda kalmaktadır. 2002 ile 2008 yılları arasında meyve suyu sanayisinin işlediği meyve ve sebze miktarları (Çizelge 6) göz önüne alındığında Türkiye'de yıllara göre meyve üretimine göre her yıl yaklaşık ortalama üretilen elmanın %13,5'i meyve suyu olarak işlenmektedir (MEYED, 2008., Akdağ, 2009). Ülkemizde hammadde olarak elmanın payı yıldan yıla azalmakla beraber %43,3 ile ilk sırada yer almaktadır (Çizelge 7). Diğer meyvelere oranla en fazla oranda işlenen ve her yıl giderek üretimi artan elmanın (Çizelge 2) meyve suyuna işlenmesi sonucunda ortaya çıkan atıkları da artmaktadır. Elma işleme atıkları (posa dahil), elma suyu üretim atıklarının %25-35'ini oluşturmaktadır. Yani 2016 yılı üretim verilerine göre ülkemizde 133.125 ton elma işleme atığı oluşmuş olup bu atıkların büyük çoğunluğu herhangi bir işleme tabi tutulmadan düzenli/düzensiz depolama tesislerine gönderilmiştir. Dünya genelinde ise bu rakam yaklaşık 4,2 milyon tonlara kadar ulaşmakta ve çevre için ciddi bir problem teşkil etmektedir (Vendruscolo vd., 2008).

Çalışmada kullanılan elma işleme ön eleme-temizleme atıklarının bazı fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmış olup Çizelge 8'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında organik madde muhtevasının çok yüksek olduğu görülmüş olup literatür çalışmaları ile de benzerlik göstermektedir (Çizelge 4).

Çizelge 6. Meyve suyuna işlenen meyve miktarları (bin ton) (TÜİK, 2017; MEYED, 2008)

Meyve	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Vişne	9,9	54,7	35,7	37,1	52,2	72,6	54,6
Kayısı	13,9	34,8	24,8	30,8	36,1	38,2	74,9
Şeftali	26,2	51,5	30,2	75,9	65,3	90,1	118,8
Elma	244,5	341,5	338,0	409,2	282,9	356,8	333,8
Portakal	31,7	28,3	46,2	33,1	37,8	53,3	63,9
Nar	-	-	-	17,6	46,6	57,5	49,5
Havuç	-	-	-	-	-	30,6	30,7
Üzüm	-	-	-	10,9	8,4	18,3	16,9
Çilek	-	-	-	-	-	4,1	7,7

Ayrıca pH değeri çok düşük olmamakla birlikte elektriksel iletkenlik değeri de (1,05 dS/m) düşüktür. Nitrat değerlerine bakıldığında yüksek olduğu görülmekte, bunun sebebinin de elma üretimi esnasında verilen kimyasal azot kaynaklı ilaçların atıklara kadar taşınmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca atığın çok yüksek su muhtevasına sahip olması (%82,5), ele alınması gereken en önemli parametrelerden biri olduğunu göstermektedir.

Çizelge 7. İşlenen meyvelerin türlere göre dağılımı (%) (TÜİK, 2017; MEYED, 2008)

Meyve	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Vişne	2,9	10,5	7,0	5,9	8,9	9,8	7,1
Kayısı	4,0	6,7	4,9	5,0	6,2	5,2	9,7
Şeftali	7,6	9,9	5,9	11,9	11,2	12,2	15,4
Elma	70,7	65,5	66,2	65,1	48,6	48,4	43,3
Portakal	9,2	5,4	9,1	5,3	6,5	7,2	8,3
Nar	-	-	-	2,7	8,0	7,8	6,4
Havuç	-	-	-	-	-	4,2	3,9
Üzüm	-	-	-	1,7	1,4	2,5	2,2
Çilek	-	-	-	-	-	0,6	1,0

Çizelge 8. Elma işleme ön eleme-temizleme atığının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Parametre	Elma İşleme ön eleme-temizleme atığı
MC (%)	82,5
OM (%)	94,62
pH	4,12
EC (dS/m)	1,05
TC (%)	44,28
TN (%)	1,48
C/N	30
BHA (kg/lt)	0,78
FAS (%)	30,46
NH ₄ ⁺ -N (mg/kg)	34
NO ₃ -N (mg/kg)	537

4. Tartışma ve Sonuçlar

Isparta'da son 10 yılda elma üretimi yıllık ortalama olarak 590.000 ton/yıl olmuştur. Türkiye'deki üretimi en çok Isparta'da gerçekleştirilmekte olup (%20,4), bunu Karaman (%13,6), Niğde (%12,9) ve Antalya izlemektedir. Proses sonrası açığa çıkan atık miktarı, prosese giren elmanın %25-35'i kadardır.

Elma işleme prosesinde yıkama ve durulama esnasında yıllık ortalama 100.000 tonluk hammaddenin yıkanması için, günlük 2.500 m³ yıkama suyuna ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, elmaların yıkanması sonucu günde 2.500 m³ atıksu oluşmaktadır. Oluşan atıksu ya paket arıtma (fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma) ile arıtılarak kanalizasyona deşarj edilmekte ya da ön çökeltim havuzunda bekletilerek alıcı ortama deşarj edilmektedir.

Elma işleme prosesi sonucunda oluşan katı atıklar ön eleme-temizleme atıkları ve posa olmak üzere 2 grupta ayrılmaktadır. Ön eleme-temizleme atıkları dal-budak atıkları, bitki kökü, sapı ve gövdesi, yapraklar, ezik-çürük meyveler ve diğer atıklardan oluşmaktadır. İkinci grup ise işleme sonrası ayrılan ve prostesten geçen tohum, pulp, posa ve kabuklardır. Birinci grupta ayrılan atıklar genelde biyogaz, kompost, hayvan yemi ve gübrelemede kullanılmaktadır. Sadece yaklaşık % 20'sinin hayvan yemi olarak kullanılması, bu atıklar için daha efektif bertaraf stratejisi olan kompostlamayı ön plana çıkarmaktadır. Her iki atık türünün organik madde açısından zengin olması (%94,62), bu atıkların kompostlaştırma ile değerlendirilebileceği alternatifini daha güçlü hale getirmektedir. Posa ve ön eleme-temizleme atıklarının su muhtevasının yüksek olmakla birlikte (%82,5), bu atıkların suyunu azalttıktan sonra veya daha düşük su muhtevasının sahip biyo-bozunur atıklar ile karıştırılarak aerobik kompostlaştırma yapılabilir. Prostesten elde edilecek kompost ürünü meyve bahçelerinde ve peyzaj alanlarında kullanılabilir.

Sonuç olarak, meyve işleme prosesi esnasında ortaya çıkan katı atıkların değerlendirilmesi, yalnız çevre kirliliğinin önlenmesi açısından değil, elde edilen ürünün çeşitliliği açısından da önemlidir. Bu nedenle atıkların kompostlaştırılarak katma değeri yüksek olan kompost ürününün eldesi ve bu ürünlerin meyvecilikte ve diğer tarımsal faaliyetlerde kullanılması insan sağlığı, çevre kirliliği ve ülke ekonomisi açısından büyük önem arz etmektedir.

5. Teşekkürler

Bu çalışma 5-9 Eylül 2018 tarihlerinde Prizren / Kosova'da düzenlenen International Conference on Science and Technology (ICONST 2018) adlı konferansta tam metin olarak yayınlanmıştır.

Kaynaklar

AEP (2016). Anadolu Etap Penkon Gıda ve Tarım Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. Meyve suyu konsantresi üretim tesisi, Nihai proje tanıtım dosyası.

- Akdağ, E., Budaklıoğlu E., (2009). MEYED - Türkiye Meyve Suyu Endüstrisi İstatistiki Değerlendirme Raporu 2000-2008.
- Anonim, (2014). T.C. Isparta Valiliği, <http://www.isparta.gov.tr/isparta-elmasi> (erişim tarihi: 11.07.2018).
- Aras, İ. (2015) Elma Sektörü Raporu-Karaman, Mevlana Kalkınma Ajansı, Konya.
- Bhushan, S., Kalia K., Sharma M., Singh B., Ahuja P.S. (2008). Processing of Apple Pomace for Bioactive Molecules. *Critical Reviews in Biotechnology*, 28:4, 285–296.
- Djilas, S., Čanadanović J., Četković B.G. (2009). By-products of fruits processing As a source of phytochemicals. *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*, 15(4): 191- 202.
- Elmaslar, E. (2002). “Meyve suyu endüstrisi atık sularının ardışık kesikli reaktör sistemi ile arıtılabilirliği” İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksekisans Tezi.
- Ercişli, S. (2004). A Short Review of the Fruit Germplasm Resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution* 51: 419 – 435
- FAO. (2013). FAOSTAT production data [online]. Available at <http://faostat3.fao.org/faostatgateway/go/to/download/Q/QV/E> (Acces data: 25.02.2018)
- Grigelmo-Miguel, N., Gorinstein, S., Martín-Belloso, O. (1999). Characterisation of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient. *Food Chemistry*, 65: 175-181.
- Gullón, B., Falqué, E., Alonso, J.L., Parajó, J.C. (2007). Evaluation of Apple Pomace as a Raw Material for Alternative Applications in Food Industries. *Food Technol. Biotechnol.* 45 (4) 426–433.
- Hang, Y.D, Lee, C.Y., Woodams, E.E., Cooley, H.J. (1981). Production of Alcohol from Apple Pomace. *Applied and Environmental Microbiology*, 42: 1128-1129
- İşçi, M. (2014). “Isparta ilinde elma bahçelerinde zararlı olan elma içkurdu [Cydia pomonella (L.) Lep.: Tortricidae]’ nun yaygın olarak kullanılan bazı insektisitlere karşı duyarlılık düzeylerinin belirlenmesi” SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Jin, H., Kima H.S, Kim S.K., Shin M.K., Kim J.H., Lee J.W. (2002). Production of heteropolysaccharide-7 by *Beijerinckia indica* from agro-industrial by products. *Enzyme and Microbial Technology*, 30: 822–827.
- Joshi VK, Parmar M, Rana NS (2006). Pectin Esterase Production from Apple Pomace, Pectin Esterase Production from Apple Pomace in Solid-State and Submerged Fermentations *Food Technol. Biotechnology*, 44 (2): 253–256.
- Karaboyacı, M., Tama, B., Şencan, A., Kılıç, M. (2017). Recycling of Rose Wastes to Activated Carbon with Ecological Precursor. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*. 1(1): 1-8.
- Lu, Y., Foo L.Y. (2000). Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. *Food Chemistry*, 68: 81-85.
- Masoodi, F.A., Sharma B., Chauhan G.S. (2002). Use of apple pomace as a source of dietary fibre in cakes. *Plant Foods Human Nutr.*, 57: 121–128.
- Medeiros, A.B.P, Pandey, A., Freitas, R.J.S, Christen P., Soccol C.R. (2000). Optimization of the production of aroma compounds by *Kluyveromyces marxianus* in solid state fermentation using factorial design and response surface methodology, *Biochem. Eng.* 6: 33–39.
- MEYED (2008). Meyve Suyu Endüstrisi Derneği Mayıs 2008 – Ocak 2010 Faaliyet Raporu. İstanbul.
- Paganini, C., Nogueira, A., Silva, N.C., Wosiacki, G. (2005). Utilization of apple pomace for ethanol production and food fiber obtainment. *Ciênc. Agrotec.* 29: 1231-1238.
- Resmi Gazete (2014), Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu Ve Benzeri Ürünler Tebliği (Tebliğ No: 2014/34). Tarih: 06.08.2014, Sayı: 29080.
- Schemin MHC, Ferttonani HCR, Waszczynskyj N, Wosiacki G (2005). Extraction of pectin from apple pomace. *Braz. Arch. Biol. Technology*, 4,2.

- Schieber, A., Stintzing, F.C., Carle R. (2001). By-products of plant food processing as a source of functional compounds recent developments. *Trends in Food Science & Technology*, 12: 401–413.
- Shojaosadati, SA, Babaeipour, V. (2002). Citric acid production from apple pomace in multilayer packed bed solid-state bioreactor. *Process Biochemistry*, 37: 909–914.
- TÜİK (2017). Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>) Erişim Tarihi: (22.01.2018).
- Vendruscolo, F., Albuquerque, P.M., Streit, F. (2008). Apple Pomace: A Versatile Substrate for Biotechnological Applications. *Critical Reviews in Biotechnology*, 28: 1–12.