

Deri Sanayiinde Koruyucu Olarak Tuz ve Tuzda Gelişen Mikroorganizmalar

Eser Eke Bayramoğlu¹, Sultan Çivi

Özet

Deri sanayiinde konservasyon amacıyla kullanılan tuz gerçekte birçok mikroorganizmanın gelişmesi ve yaşaması için uygun ortam oluşturabilmektedir. Normal şartlarda deride var olmasa bile bu mikroorganizmalar tuz vasıtasıyla deriye bulaşarak burada gelişme ve deriye zarar verme imkânına sahip olabilmektedir. Bu makalede tuz hakkında genel bilgiler verilerek deri sanayiinde koruma amaçlı olarak tuz kullanımı ve tuzda gelişen mikroorganizmalar özetle anlatılmaktadır.

TUZUN YAPISI ve ELDESİ

Kimyasal olarak NaCl sembolüyle gösterilen tuz saf haldeyken sodyum ve klordan oluşur ve bu iyonları sırasıyla %40 ve %60 oranlarında içerir . Yoğunluğu 2.10-2.55g/cm³, erime noktası 800 °C ve kaynama noktası 1412 °C dir ve yüksek basınç altında plastikleşme özelliği göstermektedir (1-4). Saf tuz renksiz olmasına rağmen bünyesindeki yabancı maddeler ve kilden dolayı beyaz, gri, koyu gri ve siyaha yakın renklerde olabilmektedir. Tuz higroskopik bir maddedir ve suda kolayca çözünür. Sıcaklığın yükselmesi tuzun çözünürlüğünü arttırmaktadır. Ayrıca tuzun suda çözünmesiyle suyun sıcaklığı düşmektedir. Örneğin; 15 °C'deki 100ml suda 36g tuzun çözünmesiyle çözelti sıcaklığı 3.3-5.5 °C azalmaktadır (5-13).

Tuz doğada kaya tuzu (katı) ve suda eriyik halde (sıvı) olmak üzere 2 şekilde mevcuttur. Sıvı halde tuz; deniz, tuz gölleri ve tuzlu su kaynaklarında bulunmaktadır. Denizler dünyanın en büyük tuz rezervleridir. Çözünen katı madde içeriği %3.5 olan denizlerde bunun %2.5'i NaCl'dir (1-3, 7, 14) .

Kaya tuzu madenlerinin işletilmesi, deniz suyu veya tuzlu göl sularının buharlaştırılması, yeraltındaki tuzlu suların veya tuzlu çökellerin eritilmesiyle oluşan yüksek tuz konsantrasyonuna sahip olan suların yeryüzüne çıkarılıp buharlaştırılması olarak 3 değişik şekilde üretilmesiyle tuzun ekonomik olarak tüketilebilmesi sağlanmaktadır(14). Kaya tuzu elde etmek için oda topuk yöntemi(patlatma ile kazma) ve çökelti madenciliği yöntemi (sondajla pompalama) gibi klasik madencilik

^{1,2} Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Deri Mühendisliği Bölümü, Bornova-İzmir.
Yazışmalardan sorumlu yazarın e-posta adresi: eser.eke@ege.edu.tr

yöntemleri uygulanırken deniz, göl ve diğer doğal tuz kaynaklarından tuz elde etmek için evaporasyon (buharlaştırma) yöntemi kullanılmaktadır (7).

Tablo 1: Başlıca tuz kaynağı olan su kütleleri ve tuz miktarları (14)

	Miktar(bin m ³)	%
Okyanuslar	1.370.000	97.610
Buzullar, Buz ve Kar	29.00	2.080
Toprak Suyu	4067	0.295
Kaynak Suları ve Akarsular	126	0.009
Tuzlu Göller	104	0.008
Atmosferdeki Su Buharı	14	0.001

Sanayi tuzu; ham tuzun rekristalizasyon yöntemiyle işlenip % 0.05 neme ulaşınca kadar kurutulmasıyla elde edilir. Bu yöntemde ham tuzdan doymuş bir çözelti oluşturmak için kondanse (su ve buharlaştırıcıdan oluşan) buhar karışımı ile eritilir. Bu çözeltinin içindeki tuz kalitesini olumsuz etkileyecek maddeler (kalsiyum sülfat, magnezyum klorür, kalsiyum ve magnezyum bikarbonatlar) kireç-soda veya kostik-soda ile muamele edilerek uzaklaştırılır. Daha sonra vakum altında buharlaştırma kazanlarında soğumaya bırakılır. Burada kısmen buharlaşma kısmen de soğumayla kristalleşen tuz kazanın dibine çökmektedir. 54 °C'ye soğutulduğunda bir kısım tuz elde edilip tekrar 105-110 °C'a ısıtıldığında doymamış çözelti elde edilip doyurulmak üzere eritme kazanlarına verilmektedir. Tesisatta aynı su sürekli sirküle edilmektedir. Buharlaştırma kazanında meydana gelen tuz belli aralıklarla alınır, sık aralıklarla alındıklarında küçük, seyrek aralıklarla alındıklarında ise büyük boyutlu tuz elde edilir. Alınan tuz kristallerinin suyunun giderilmesi için yüksek devirli santrifüj işlemi uygulanır. Bu işlemden sonra % 3 oranında nem bulunmaktadır. % 0.05 neme ulaşmak için hava kurutucularına verilir (7).

Günümüzde en büyük tuz üretici ülkeler; ABD, Çin, Almanya, Hindistan, Kanada, Avustralya, Meksika, Fransa, Brezilya ve İngiltere'dir. Tuz tüketimi ise gelişmişlik düzeyine göre değişim göstermektedir (14).

TUZLU ve AŞIRI TUZLU ORTAMLAR

Tuzlu ortamlar oldukça yaygın olmakla beraber aşırı tuzlu ortamlar genelde yaygın değildir. Böyle ortamlar genellikle sıcak ve kurudur. Çevrenin jeoloji, topografi ve genel iklim koşullarına göre tuz göllerinin sahip olduğu iyonlar değişebilir(8,15,16).

Thalassohalin ve Athalassohalin olmak üzere 2 grup hipersalin (aşırı tuzlu) ortam bulunmaktadır. Thalassohalin ortamlar; deniz suyu özelliklerini taşıyıp Na⁺ ve Cl⁻ (monovalent) iyonlarını fazlaca bulundurur, bunların dışında SO²⁻₄ de yapılarında bulunur ve hafif alkali veya nötral pH'ya sahiptir. Athalassohalin ortamlar ise iyonik kompozisyonu deniz suyundan oldukça farklı olan yüksek konsantrasyonda karbonat/ bikarbonat içeren, pH değeri 10-11 ya da daha fazla olan ortamlardır. Utah'daki Büyük Tuz Gölü Thalassohalin ve İsrail'deki Ölü Deniz Athalassohalin ortamlara örnektir (17,18).

Tablo 2: Dünya'daki önemli tuzlu göller (14)

Göl	Tuzluluk (g/L)	Göl	Tuzluluk (g/L)	Göl	Tuzluluk (g/L)
Great Salt Lake	150-280	Hazar	(10)-(12)	Zarınanmu	12
Salton	33	Aral	(8)-(10)	Dabuxun	380
Pyramid	5,3	Balkaş	0,5-7	Dalay	5,5
Big Quill	43-53	Işık	5,6	Urmiye	300+
Mono	95	Canı	1,5-4	Van	24
Walker	10,6	Ala	(5)-(7)	Niriz	(7)-(56)
Natron	340	Tengiz	(3)-(19)	Tuzgölü	300+
Magadi	114	Koko	12,5	Ölüdeniz	300+
Nakuru	10-120	Lop Nor	5	Eyre	(-50)-(+300)
Bogoria	50	Namu	3	Corangamite	30-50
Elmenteita	29,5	Selin	19	Bullen Meri	9

TUZUN KORUYUCU ETKİSİ ve DERİ KONSERVASYONUNDA KULLANIMI

Tuzun koruma amacıyla ilk olarak yiyeceklerin saklanmasında kullanıldığı tahmin edilmektedir. Ortaçağda besinlerin korunmasında ve dericilikte kullanıldığı bilinmektedir (14).

Ham deri yaklaşık olarak %60-70 nem ve %25-30 proteinden oluşmaktadır. Yüzüm işleminden 5-6 saat sonra otolitik yıkım başlamaktadır(19-22). Bunu önlemek için derinin korunması gerekir ve bu işleme konservasyon denir. Konservasyon işlemi kimyasal, biyosidal ve fiziksel işlemlerle gerçekleştirilmektedir. Ham derinin konservasyonunda %40-50 sodyum klorür kullanılarak yapılan koruma işlemi oldukça yaygındır. Tuzun çift yönlü fonksiyonu yani; dehidrasyonu ve bakteriyostatik etkisi bu yöntemde avantaj sağlamaktadır (19-22).

Tuz, normal koşullarda atmosferik nemi tutma özelliğine sahiptir yani, higroskopik bir maddedir (9, 23). Araştırmacılar yaptıkları çeşitli analizler sonucunda 400kg tuz kullandıklarında 270kg su açığa çıktığını görmüşlerdir (24). Vankar ve Dwivedi konservasyona çeşitli sodyum tuzlarının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında 3 kg ve 6 ft² keçi derilerine NaCl kullanarak 1. gün ve 21. gün arasında yaptıkları nem tayini ve bakteriyel sayım sonuçları Tablo 3'te gösterilmektedir (22).

Tablo 3: Tuzla konservelenmiş keçi derilerinin nem miktarları ve bakteriyel sayım sonuçları

Koruma Periyodu	Nem İçeriği (%)	Bakteriyel Sayım (cfu/g)
0 h	70	2x10 ²
1. gün	40	5x10 ¹⁰
7.gün	30	2x10 ¹⁰
15.gün	25	3x10 ⁸
21.gün	25	3x10 ⁷

Bu çalışmaya göre 0 saat ile 1. gün arasında bakteri miktarında oldukça yoğun bir artış gözlenmiştir. Konservasyon işleminin 1. gününden sonra ise derideki nem içeriği düştükçe derideki aerobik mezofilik bakteri sayısında düşüş tespit edilmiştir. Bu çalışmada aerobik mezofilik bakteri sayımı yapılmış olmakla birlikte tuzda gelişen bakterilere yönelik bir sayım yapılmamıştır.

TUZUN MİNERAL BİLEŞİMİ

Aşağıdaki tabloda elde edildiği kaynağa göre tuzun içeriği görülmektedir.

Tablo 4: Ham Tuzun Üretim Yerlerine Göre Spesifikasyonları (1, 25)

Analiz Neticeleri	Deniz Tuzu	Göl Tuzu	Kaya Tuzu	Kaynak Tuzu
% Rutubet	8,200	1,890	0,281	0,810
% Suda Çözünmeyen	0,174	0,052	0,737	2,613
% Asitte Çözünmeyen	0,021	0,041	0,414	-
% Kalsiyum Sülfat	0,894	0,816	2,029	1,261
% Magnezyum Sülfat	0,241	0,534	-	0,026
% Magnezyum Klorür	0,423	0,655	0,063	0,431
% Sodyum Klorür (Yaş)	89,551	95,253	96,146	94,269
% Sodyum Klorür (Kuru)	97,751	97,143	96,427	95 079

HAM DERİ KORUMADA İDEAL TUZ ÖZELLİKLERİ

Ham deri korumada kullanılacak tuz beyaz- hafif pembe veya beyaz- hafif gri renkte, topaklanmamış, ağırlık üzerinden %98 sodyum klorür buldurmali, derileri koruma işlemini olumsuz etkilemeyecek saflıkta olmalıdır.

Büyükbaş ham derilerinin tuzlanması için kullanılacak tuzun 2,4mm, küçükbaş hayvan derilerinin tuzlanması için kullanılacak tuzların 1,2mm çapında tane büyüklüğüne sahip olması gerekir (26).

Konservasyon sırasında kullanılacak tuzun mikroorganizmalarla bulaşık olmaması gerekir. Bu bağlamda deri konservasyonunda kullanılan tuzun tekrar kullanımından kaçınılmalıdır.

TUZDA GELİŞEN MİKROORGANİZMALAR

Büyümeleri için tuza ihtiyaç duyan organizmalar halofiller olarak adlandırılır.

Halotolerant; yüksek tuz konsantrasyonlarında yaşayabilen fakat tuzsuz ortamlarda da gelişebilen ve Haloversatil (euryhaline); sıfır yoğunluktan doygunluk noktasına kadar gelişebilen ancak tuz varlığında en iyi büyümeyi gösteren organizmalardır (27-29).

Ekstremofilik mikroorganizmalar olan halofiller Archaea, Bacteria ve Eucarya domainlerinin üçünde de bulunurlar (29, 30). Tuzla, hipersalin göl vb. bölgeler

halofillerin yaşam alanıdır. En yaygın ökaryotik halofiller *Dunaliella*, *Artemia salina* ve *Ephydra* gibi organizmalardır. *Salinibacter ruber* en ekstrem halofilik bakteridir. Archea domaininde yer alan ve tuzun çökme noktasına yakın konsantrasyonlarda yaşayabilen *Halobacterium*, *Haloarcula* ve *Haloferax* gibi genuslar bulunmaktadır (27-29).

Halofilik bakteriler hem Bacteria hem de Archea domaininde bulunurlar. Bacteria ve Archea arasındaki ayırt edici özellikler şunlardır:

-Bacteria alemi üyeleri peptidoglikandan oluşan bir hücre duvarına sahip olup Archea alemi üyelerinin hücre duvarında peptidoglikan yerine pseudopeptidoglikan, polisakkarit, protein ve glikoprotein bulunmaktadır(8, 15, 30, 31, 32).

-Bacteria alemi üyelerinin membranlarında yağ asitleri düz zincirlidir ve ester bağı ile bağlanır. Archealarda ise yağ asitleri bulunmayıp, bunların yerine uzun zincirli dallanmış hidrokarbonlar, fitanil ve bifitanil bulunup bu yapılar gliserole eter bağı ile bağlanmaktadır (8).

Bacteria ve Archea domainleri arasındaki temel farklardan bazılarını Tablo 5'le yer verilmektedir (33).

Halofiller gelişebilmek için gereksinim duydukları tuz konsantrasyonuna göre şu şekilde sınıflandırılırlar:

- Halofilik olmayanlar (%1'in altında)
- Orta halofiller (%3-15)
- Aşırı halofiller (%15'ten fazla) NaCl'de gelişirler (34).

DasSarma ve Arora ise tuz ihtiyaçlarına göre halofilleri;

- Hafif halofiller: 0,2-0,85 mol L⁻¹(%2-5) NaCl
- Orta halofiller: 0,85-3,4 mol L⁻¹ (%5-20) NaCl
- Aşırı halofiller: 3,4-5,1 mol L⁻¹ (%20-30) NaCl

konsantrasyonunda yaşayan organizmalar olarak sınıflandırmışlardır (18, 35).

Aşırı halofillerde biri tuz biriktirme stratejisi diğeri ozmotik basıncı yüksek bileşiklerin sentezlenmesi ve hücrede biriktirilmesi stratejisi olmak üzere iki tip ozmotik regülasyon mekanizması bulunmaktadır. Tuz biriktirme stratejisi aerobik, aşırı halofilik arkealarda ve anaerobik bakterilerde kullanılır. Aşırı halofilik arkealarda sitoplazmadaki K⁺ iyonun oranı Na⁺ iyonuna göre daha fazladır. Onlar hücre içerisinde KCl biriktirmek sureti ile tuz stresinden kendilerini korurlar (35, 36). "Compatible Solute" olarak adlandırılan ikinci stratejide halofilik bakteriler gliserol gibi polioller, şeker ve şeker türevleri, aminoasit ve onların türevleri, glisin betain gibi kuarterner aminler sentezlerler (35-39).

Ekstrem halofilik arkealarda üç çeşit rodopsin molekülü bulunur. Bunlardan Bakteriorodopsin proron pompası, Halorodopsin klor iyon pompası ve Sensor Rodopsin ışık reseptörü olarak işlev görür (40). Bu mikroorganizmalar sahip oldukları bakteriyorodopsin molekülü sayesinde Na⁺ iyonlarını dışarı, K⁺ iyonlarını içeri pompalayarak osmotik dengeyi sağlarlar (35, 41).

Halofilik mikroorganizmaların tanılanması fizyolojik testler yanında spesifik archea ve bacteria primerleri ile saf kültürlerinin veya karışık kültürlerinin 16S rRNA dizileri karşılaştırılarak yapılabilmektedir (29, 42).

Tablo 5: Bacteria ve Arkea arasındaki bazı temel farklar

Özellikler	Bakteriler	Arkealar
<u>Moleküler Özellikler</u>		
Halkasal kromozom yapısı	+	+
Plazmid bulunuşu	+	+
Ribozom sedimentasyon sabiti	70 S	70 S
Ribozomal RNA sedimentasyon sabitleri	16S, 23S, 5S	16S, 23S, 5S
RNA polimeraz sayısı	1 adet (4 alt birim)	Birkaç adet (Her biri 8-12 alt birim)
Trinskripsiyon faktörü (EF-2) gerekliliği	-	+
Promotör yapıları	TATAAT (Pribnow) kutusu (-10 ve -35 sekansları)	TATA kutusu (-38 ve -25 sekansları)
<u>Metabolik Özellikler</u>		
Azot fiksasyonu	+	+
Denitrifikasyon	+	+
Metan oluşturma	-	+
Klorofille fotosentez	+	-
Kemolitotrofik metabolizma	+	+
80 °C üzerindeki sıcaklıkta ve 1.5 M'ın üzerindeki tuz konsantrasyonlarında üreme	+	+
<u>Kimyasal Analizlere Dayalı Özellikler</u>		
PHB üretimi	+	+
Peptidoglikan bulunuşu	² +	-
Sterol bulunuşu (hücre zarlarında)	+	-
Zar lipitleri	Gliserole ester bağlı yağ asitleri	Gliserole eter bağlı ftanil zincirleri
<u>Sitolojik Özellikler</u>		
Prokaryotik hücre yapısı	+	+
Histon proteinleri	³ - +	-
9+2 düzeninde flagella yapısı	-	-
Başlangıç amino asiti	<i>N</i> -formilmetiyonin	Metiyonin
5'CAP ve poli-A uzantısı	-	-
Mitoz	-	-
<u>Antibiyotiklere Duyarlılık</u>		
B-laktam, kloramfenikol, streptomisin	+	-
Sikloheksimit	-	-

Halofilik arkeaların prokaryotik, ancak Bakteri sınıflamasına girmeyen canlılar olduğu belirtilmiştir (43). Halofilik arkelerin taksonomik sıralaması aşağıdaki gibidir (44, 45):

Domain..... *Archaea*
Filum II..... *Euryarchaeota*
Sınıf III *Halobacteria*
Ordo I..... *Halobacteriales*
Familya I..... *Halobacteriaceae*

Halobacteriaceae familyası üyeleri ekstrem halofilik arkebakteriler olarak kabul edilirler. Bu familya içerisinde; *Haladaptatus*, *Halalkalicoccus*, *Haloarcula*, *Halobacterium*, *Halobaculum*, *Halobiforma*, *Halococcus*, *Haloferax*, *Halogeometricum*, *Halomicrobium*, *Halopiger*, *Haloplanus*, *Haloquadratum*, *Halorhabdus*, *Halorubrum*, *Halosimplex*, *Halostagnicola*, *Haloterrigena*, *Halovivax*, *Natrialba*, *Natrinema*, *Natronobacterium*, *Natronococcus*, *Natronolimnobius*, *Natronomonas*, *Natronorubrum* cinsleri bulunur (42, 46). Diğer taraftan, Cyanobakteriler, diğer fototrofik bakteriler, kükürt okside eden bakteriler, anaerobik bakteriler, aerobik bakteriler, fakültatif anaerobik bakteriler ve Gram pozitif bakteriler içerisinde de ılımlı halofiller bulunabilmektedir (35, 47, 48, 49).

Halobacteriaceae familyasına ait cins ve türlerin teşhisi ve sınıflandırılması; hücre morfolojisi, üreme özellikleri, spesifik polar lipidlerin analizine dayanan kemotaksonomik çalışmalar ve nükleik asit dizi verileri gibi özellikleri kapsayan polifazik bir yaklaşıma göre yapılmaktadır (50).

Deniz suyu ve tuzlu göllerden elde edilen tuzun mikroflorasının yaklaşık %75'ini *Bacillus* cinsi bakteriler oluştururken, %25'ini bazı *Micrococcus* ve *Sarcina* türleri oluşturmaktadır. Kaya tuzlarının mikroflorasının ise %70'ini *Micrococcus*, %20'sini *Corynebacterium* ve %4'ünü *Bacillus* türleri oluşturmaktadır. Ayrıca pütrifaktif anaerob bakterilere de rastlanmaktadır (51).

Denizel tuzlarda aerobik heterotroflarla yapılan çalışmada 2M NaCl konsantrasyonuna kadar halofilik bakterilerin, bu konsantrasyon üzerinde ise halobakterilerin baskın bulunduğu anlaşılmıştır (52). Bazı çalışmalarda tuzlu topraklardan bu mikroorganizmaların her ikisi de izole edilmiştir (30).

Hipersalin ortamlarda *Halanaerobiales* ve *Halorhodospira*(anaerobik, fotosentetik, haloalkalofilik) üyeleri, *Actinopolyspora*(doğgun tuz konsantrasyonunda gelişebilen aktinomiset) ve *Salinibacter* (aerobik, heterotrofik, pigmentli) bulunmaktadır(17).

Solar tuzlarda yapılan çalışmalarda gram pozitif aerobik heterotrofiklerin gram negatifler kadar yaygın olmadıkları gözlenmiştir. Buna rağmen tuzlu topraklardan ve tuzlardan *Marinococcus*, *Sporosarcina*, *Salinicoccus* ve *Bacillus* türleri izole edilmiştir. Antarktik göllerde *Halomonas* ve *Flavobacterium* genuslarına ait birkaç gram negatif halofilik mikroorganizmaya ek olarak haloversatil gram pozitif koklar da bulunabilir (30).

Halobakteriler C_{50} karotenoidlerinden dolayı kırmızı renklidir ve bu pigment hücreyi radyasyon, sıcaklık ve tuzdaki buharlaşmaya karşı korur. Renksiz gaz vezikülleriyle beyaz, opak veya pembe pigmentli halobakteriler de mevcuttur. Mor renkte görünenler ise bakteriyorodopsin mor membranları olan halobakterilerdir (17).

Haloarcula, *Halobacterium*, *Halorubrum* gibi benzer halobakteriyel türler nötral hipersalin sularda bulunmaktadır. Proteolitik *Halobacterium salinarum* tuzlanmış gıdalarda bulunabilir (29).

Aşırı halofil arkebakterilere taksonomik ve fizyolojik açıdan bakıldığında gram negatif boyandıkları ve ikiye bölünme ile çoğaldıkları görülür. Dinlenme safhaları yoktur ve spor oluşturmazlar. Çoğu halofil bakteriler hareketsizdir fakat birkaç türü kirpik ile zayıf olarak hareket eder (53).

Aşırı halofil arkebakterilerin bazı türleri ışık vasıtasıyla ATP sentezi yapabilirler. Bu olay klorofil pigmenti ile gerçekleşmediğinden fotosentez değildir. Halofil arkebakteriler klorofil içermeyen ışık enerjisi dönüşüm sistemine sahip tek organizmalardır(15, 31, 34, 54, 55, 56).

DERİ KONSERVASYONUNDA HALOFİLİK BAKTERİLER

Hayvan derisi kesim sonrası %60-65 neme sahiptir ve derinin nem içeriği tuzlama ile %35-40'a kadar düşürülebilmektedir. Bu durum bakteriyel gelişimi sınırlasa da yeterli koruma sağlayamamaktadır. Yapılan araştırmalarda deniz ve göl sularının halofil bakteri içerdiği ve deri konservasyonunda buralardan elde edilen tuzların kullanılmasıyla koruma işleminin gerçekte istenildiği gibi yapılamadığı açıklanmıştır (57-59). Tuzla korunmaya çalışılan derilerde, tuza toleranslı olmayan mezofil bakterilerin kontrol altına alınabilmesine rağmen halofil bakterilerin geliştiği ve koruma işlemi esnasında deriye geçerek deri üzerinde üreyebildiği belirtilmektedir (9,60). Bunun yanı sıra kullanılan tuzun çevreye olumsuz etkileri olduğu da bilinmektedir. Tuzla konserve edilen derilerin ıslatma banyosundaki analiz sonuçları Tablo 6'da gösterilmiştir(22).

Tablo 6: Tuzla konservelenmiş keçi derilerinin ıslatma banyosu analizleri

Parametre	(g/kg)
BOD	10
COD	28
TDS	259
Cl	210
TSS	23

Kurutulmuş tuzların 10^5 - 10^6 kob/g halofil bakteri ihtiva ettikleri, bu bakterilerin yıllarca depolama koşullarında yaşayabildiği ve tuz göllerinin de 10^7 - 10^9 kob/mL halofil bakteri içerdiği bildirilmiştir(58,61). Şereflikoçhisar tuz gölündeki tuz kalitesi üzerine yapılan bir araştırmada tuzlu sudaki aşırı halofil bakteri sayısı 10^5 kob/mL, gölden alınan tuz kristallerindeki halofil bakteri sayısı 10^5 - 10^7 kob/g olarak belirlenmiştir(57, 58).

Halofilik ve halotolerant mikroorganizmalar ıslatama banyolarında bulunur ve yüksek sıcaklıklarda, uzun depolama koşulları altında, kollagenaz enzimine sahip olanlar deri yüzeyini parçalama imkânı bulmaktadır (62, 63).

Ham deride bakteriyel saldırı kızartı, çürüme kokusu, kıl dökülmesi, bayatlama ve kollagen dokusunda bozulmaya neden olmaktadır. Bu durum mamul deride sırça kaybı, pinhole (iğne deliğine benzer çukurlar), epidermis kaybı, kabarma ve soyulma, boşluklu yapı ve delikler olarak görülebilmektedir (61). Halofilik bakteriler arasında jelatin bozulmasında en aktif olanlar sırasıyla orta halofiller, halofiller ve proteolitik aşırı halofil bakterilerdir (57, 64).

Deri konservasyonunda tuz kullanılmasının amacı bakterilerin deriye zarar vermesini önlemek ve ilk işlentiye kadar derileri muhafaza etmektir. Oysaki yapılan bir araştırmada çeşitli kaynaklardan elde edilen tuzlardan izole edilen 94 aşırı halofil bakterinin çoğunun kollajeni ve lipitleri sindirdiği tespit edilmiştir. Bu şekilde tuzlardan ya da tuz göllerinden alınan işlem görmemiş tuz hiçbir muameleden geçirilmeden direkt olarak derilerin korunmasında kullanılırsa bu mikroorganizmalar kollajeni sindirerek deri kalitesinin düşmesine sebep olacaktır. Bu sebepten konservasyonda deri zararını önlemek için tuz direkt olarak kullanılmadan önce halofil bakteri popülasyonu ve bunların proteolitik ve lipolitik aktiviteleri açısından kontrol edilmelidir (65) .

Deri konservasyonunda kullanılan tuzlardaki aşırı halofillere doğru elektrik akımının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada 40 farklı tabakhaneden toplanılan tuz örneklerinin bakteri izolasyonu ve sayımı yapılmıştır. Tüm tuzlardaki aşırı halofil bakterilerin hesaplanması için Brown besiyeri, proteolitik aşırı halobakteri sayımı için %25 NaCl ve jelatin içeren besiyeri, lipolitik aşırı halofil bakterilerin sayımı için %25 NaCl içeren tween 80 besiyeri kullanılıp her 3 grup 40 °C'de 6 hafta inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda besiyerinde üreyen koloniler sayılıp seyreltme katsayılarıyla çarpılarak 1ml'deki bakteri sayıları elde edilmiştir. Buna göre; aşırı halofil bakterilerin sayısı genellikle 10^4 - 10^5 kob/g, proteolitik ve lipolitik aşırı halofil bakterilerin sayısı genellikle 10^2 - 10^3 kob/g olarak bulunmuştur(9).

Bailey ve Birbir kan, gübre ve organik madde içeren tuzlarla korunmuş derilerde aşırı halofil bakteri sayısının arttığını belirtmektedirler(9,60). Konservasyonda kullanılan tuz proteolitik aşırı halofil bakterilerle kontamine olmuşsa depolama esnasında yüksek ısının da etkisiyle deri cildi önemli derecede hasara uğrayabilmektedir(66). Tuzdaki proteolitik bakteriler kıl foliküllerine yerleşip burada gelişerek tüm deri sırçasında deliklerin oluşmasına sebep olabilirler (67).

Derinin et kısmında kırmızı lekeler olarak görülen olay -Kızılaşma- olarak adlandırılır ve özellikle yaz aylarında artmaktadır. Bu durum halofil bakterilerin gelişmesinden kaynaklanmaktadır. Bu lekelerden izole edilen bakterilerin genellikle *Micrococcus roseus*, *M. luteus*, *M. morhuae* olduğu anlaşılmıştır. Halofil bakteri içeren derilerde bozulmuş balık kokusuna benzer bir kokunun oluştuğu belirtilmektedir(57,68).

Yapılan araştırmalarda yüksek sıcaklık ve nemli atmosferde depolanan derilerde aşırı halofil bakterilerin gelişip deriye zarar vereceği, bu bakterileri ihtiva etmeyen tuzlarla konserve edildiklerinde ve buzdolabı ısısında taşınıp depolandıklarında ise zarar görmeyecekleri bildirilmiştir(66).

Halobacteriaceae üyeleri genellikle spesifik antibiyotiklere yani; penisilin, ampisilin, sikloserin, kanamisin, neomisin, polimiksin ve streptomisine direnç gösterir(63, 69, 70). Çoğu, novobiyosin ve basitrasine duyarlıdır.

Mor membranın (bob geni) transkripsiyonel indüksiyonu ve gaz vezikül sentezi (gvpA geni) deri yüzeyine yerleşik önemli halofilik suş *Halobacterium salinarum*'da novobiyosin tarafından bloke edilir (71).

Deri ıslatma banyolarından izole edilen halofillerin antibiyotik dayanımlarının araştırıldığı bir çalışmada farklı tuz agar kaplarında 37 °C'de gece boyu inkübasyondan sonra 2.3×10^5 CFU'dan 7.9×10^5 CFU'ya kadar koloni birimleri sayılmıştır. Tekrarlayan dökmede kanamisin ve neomisin olduğu tuz agar kaplarında *E. coli*'deki Amp plazmidıyla karşılaştırıldığında daha az koloni görülmüştür. Karanlıkta inkübe edilen kaplarda kırmızı pigmentasyon görülmemiştir. Önceki çalışmalarda optimal koşulların ortadan kaldırılmasıyla renkte azalma olduğu belirtilmektedir. Uygun koşullarda yüksek miktarda mor bakteriorodopsin içeren *H. salinarum*'a tuzlanmış derinin et yüzünde rastlanmıştır. Minimum 37° C sıcaklık ve %95'e kadar yüksek bağıl nem de pigmentasyon görüldüğü bildirilmektedir (63).

SONUÇ

Bu derlemede deri konservasyonunda kullanılan tuzun gerçekte birçok mikroorganizma için ideal ortam oluşturduğu anlatılmaya çalışılmıştır. Deri sanayinde mikroorganizma kontrolü amacıyla kullanılan tuzun bu özelliği konservasyon yapanlar tarafından çoğu zaman göz ardı edilmektedir. Bu nedenle bu derlemenin bu alanda çalışanlara kaynak olacağına inanıyoruz.

Kaynaklar

1. Alp, M.S.; Ergin, Z.; Kahraman, B.; Ülkemizdeki Tuz Potansiyelinin Değerlendirilmesi ve Tuzun Pazarlama Koşulları, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir, Türkiye, 1995.
2. Kılıç, A. M.; Uyanık, E. ; Tuz Göl'ünde Oluşan Kirlenmenin Göl Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir, Türkiye, 2001
3. Kılıç, A. M.; Tuz Göl'ünde Ortaya Çıkan Kirlenme ve Kimyasal Açından Göl Suyunun İncelenmesi, 5. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Adana, Türkiye, 2003.
4. Özkan, İ.; Düzyol, S.; Kaya Tuzu Üzerinde Bazı Mühendislik Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi, KAYAMEK'2004- VII. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, Sivas, Türkiye, 2004.
5. Birbir, M.; Erdogan, H.;Doğal Tuzlu Ortamlarda Bulunan Halofil Bakterilerin İzolasyon Tekniklerinin Araştırılması. Biyoteknolojide Termofilik ve Halofil Bakteriler Sempozyumu, İzmir, British Council, Ege Üniversitesi Bilim-Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (Ebiltem), Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü, 2002.
6. Birbir, M.; Erdoğan, H.: "Doğal Tuzlu Ortamlarda Bulunan Halofilik Bakterilerin İzolasyon Tekniklerinin Araştırılması, Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı, Fen Bilimleri, Proje No: Fen BSE-075/171001, 2003.
7. Ergin, Z. ; Tuzun Üretim Teknolojisi ve İnsan Sağlığındaki Yeri, Madencilik Dergisi, 1, 9-29, 1988.
8. Öğmen, M. N. ; Kaldırım ve Kayacık Tuzlarından Ayrımı Yapılan Aşırı Halofil Arkebakterilerin Polar Lipitlerinin Karakterizasyonu, Marmara Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilimdalı Biyoloji Programı Yüksek Lisans Tezi, 2005.

9. Değirmenci, D. ; Derilerin Korunmasında Kullanılan Tuzların İçindeki Aşırı Halofil Bakterilerin Üzerine Doğru Elektrik Akımının Etkileri, Marmara Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Biyoloji Programı Yüksek Lisans Tezi, 2006.
10. Ertem, M. E.; Yalçın, E. ; Deniz Tuzlarının Türkiye Tuz Potansiyelindeki Yeri, 2. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir, Türkiye, 1997.
11. Ersoy, A.; Yünsel, T. Y. ; Çökelti Madenciliği ile Tuz Üretimi, 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir, Türkiye , 2001.
12. Sarız, K.; Nuhoğlu, İ. ; Endüstriyel Hammadde Yatakları ve Madenciliği. Anadolu Üniversitesi, Yayın no:636, Eskişehir, 1992.
13. Önem, Y. ; Sanayi Maddeleri. Kozan Ofset Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti. Ankara, 1997.
14. Avcı, S. ; Ekonomik Coğrafya Açısından Önemli Bir Maden : Tuz (Tarihi, Önemi ve Dünya Tuz Ekonomisi). Coğrafya Dergisi, 11, 21-45 , 2003.
15. Valera, F.R. ; Halophilic Bacteria, CRS Press, Baco Raton,1-2, 1988.
16. Birbir, M. ;Kallı, N. ; Şereflikoçhisar Tuz Gölündeki Aşırı Halofilik Bakterilerin İzolasyonu ve İdentifikasyonu, Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu,Proje No: 6 Fen, 2000.
17. Oren, A. ; Halophilic Microorganism and Their Enviroments. Kluwer Academic Publishers,Dordrect,The Netherlands,211,575, 2002.
18. Mutlu, M. B.; Tuz Gölü Bakterilerinin Karakterizasyonu ve Mevsimsel Dağılımı. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Doktora Tezi, 2006.
19. Kanagaraj, J.; V. Sundar,V.J.; Muralidharan, C.; Sadulla, S.; Alternatives to sodium chloride in prevention of skin protein degradation- a case study, Journal Of Cleaner Production, 13, 825-831,2004.
20. Kanagaraj, J.; Rose, C.; Sastry T.P.; Effective Preservation of Raw Goat Skin for The Reduction of Total Dissolved Solids, Journal Of Cleaner Production,13,959-964, 2003.
21. Rao, B.R., and Henrickson, L.; Short-term preservation ofcattlehide. *JALCJI*,78,48-53,1983.
22. Vankar, P. S.; Dwivedi, A. K.; Raw skin preservation through sodium salts-A comparative analysis. *Desalination*, 249, 158-162, 2009
23. Birbir, M.; Erdoğan, H.; Doğal tuzlu ortamlarda bulunan halofil bakterilerin izolasyon tekniklerinin araştırılması. *Biyoteknolojide termofilik ve halofilik bakteriler sempozyumu*, Ege Üniversitesi, İzmir,2002
24. Kannan, K. C. ; Kumar, M. P. ; Rao, J. R.; Nair, B. U. ; A Novel Approach Towards Preservation of Skin,*Jalca*, 105, 360-368, 2010.
25. Madencilik Sektörü Özel İhtisas Komisyonu Tuz Alt Komisyonu Raporu, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Müsteşarlığı, Yaym No: DPT: 2301-ÖİK: 408, Ankara, 1992
26. Resmi Gazete, 21 Aralık 2002, Sayı: 24970
27. Kushner D.J. ; Life in High salt and solute concentrations:halophilic bacteria,*Microbial Life in Extreme Environments*, Academic Press, London, 317-368, 1978.
28. Kushner D.J.; Growth and nutrition of halophilic bacteria ,*Boca Raton,FL CRC Press* , 87-103, 1993.
29. Kahraman, Ö.; Halofilik mikroorganizmaların izolasyonu, identifikasyonu ve biyoteknolojik öneme sahip ekstraselüler enzimlerin araştırılması. Ege Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2008

30. Horikoshi K., Grant W.D. ;Ekstremophiles: Microbial Life in Extreme Environments,New York, 93-133, 1998.
31. Madigan, M.T.; Martinko, J.M.: "Brock Biology of Microorganisms", Eleventh Edition, Pearson Education International, New Jersey, 2006.
32. Vreeland, R.H.; "Taxonomy of *Halophilic Bacteria*", In *The Biology of Halophilic Bacteria*, Vreeland, R.H.; Hochstein L. I., Eds.; FI: CRS Press, Baco Raton,105-134,1993.
33. Özcan, B.; Türkiye'den Halofilik Bakterilerin İzolasyonu ve Karakterizasyonu, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 2004.
34. Kushner, D.;*The Halobacteriaceae* ,The bacteria Academic Press, London, 8,171-214,1985.
35. DasSarma, S. ve Arora,. P. ; *Halophiles*. Encyclopedia of Life Sciences, Nature Publishing Group, 2001.
36. Zahran, H.H.; Diversity, Adaptation and Activity of The Bacterial Flora in Saline Environments, Biol Fertil Soils, 25, 211-223,1997.
37. Eshkol D. R. , Dor, Y. A. ; Studies on Halotolerance in a Moderately Halophilic Bacterium, Biochem. J., 109, 687,1968.
38. Nyssölä, A., Kerovu, J., Kaukinen, P., Weymarn, N., Reinikainen, T.; Extreme Halophiles Synthesize Betanine From Glycine by Methylation, JBC Papers in Press, 2000.
39. Roberts, M. F.; Organik Compatible Solutes of Halotolerant and Halophilic Microorganisms, Saline Systems,1,1-30,2005.
40. Béja, O., Aravind, L., Koonin, E. V., Suziki, M. T., Hadd, A.,Nguyen, L.P., Jovanovich, S. B., Gates, C.M., Feldan, R. A., Spudich, J.L., Spudich, E. N., Delong, E. F., Bacterial Rhodopsin: Evidence for a New Type pf Phototropy in The Sea, Science, 289, 1092-1906,2000.
41. Rothschild, L. J., Manicinelli, R. L.; Life in Extreme Environments, Nature, 409, 1092-1101, 2001.
42. Galinski, E. A.; Osmoadaptation in *bacteria*. Adv. Microb. Physiol. 37,272- 328, 1995.
43. Shand, R. F., Perez, A. M.; Haloarcheal Growth Physiology IN: J. Seckbah(Ed.) Enigmatic Microorganisms and Life in Extreme Environments, Kluwer Academic Publisher Dordrecht, 414-424, 1999.
44. Brenner, D. J., Staley, J.T., Krieg, N. R. ; Classification of Prokaryotic Organisms and The Concept of Bacterial Speciation In: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology V.I, The Archeal and Deeply Branching an Phototrophic Bacteria, Garrity, G. M.(Man. Ed.) 2nd Ed. New York, Springer, ISBN: 0387987711,2001.
45. Grant W. D.; Life at low water activity, Philosophical Transactions of the Royal Society of London - Series B: Biological Sciences, 359,1249- 1267, 2004.
46. Pohlschröder M., Cuadros-Orellana S., Durrant L.R. ;Isolation and characterization of halophilic archaea able to grow in aromatic compounds, International Biodeterioration & Biodegradation ,57,151–154, 2006.
47. Anonim, 2008. International Committee on Systematics of Prokaryotes (ICSP), Erişim Tarihi: 14.03.2008.
48. Ventosa A, Nieto J. J., Oren A. ; Biology of Moderately Halophilic Aerobic Bacteria, Microbiology and Molecular Biology Reviews, 62(2), 504–544, 1998.

49. Hasdemir, A.; Kayseri Tuzla Gölü'nden Halofilik Bakterilerin İzolasyonu ve Teşhisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilimdalı Yüksek Lisans Tezi, 2008.
50. Oren, A., Bratbak, G., Heldal, M.; Occurrence of Virus-Like Particles in the Dead Sea, *Extremophiles*, 1,143-149,1997.
51. Aktuğ, S. G.; Ünlütürk, A.; Tunantaz, F.; Gıda Mikrobiyolojisi, Diğer Gıdalarda Mikrobiyolojik Bozulmalar, Patojen Mikroorganizmalar ve Muhafaza Yöntemleri, p:409., 1998
52. Rodriguez-Valera F.; Ruiz-Berraquero F.;Ramos- Cormenzana A.; Characteristics of the heterotrophic bacterial populations in hypersaline environments of different salt concentrations, *Microbial Ecology*, 7, 235-243, 1981.
53. Grant, W.D.; Kamekura, M.; McGenity, T.J.; Ventosa, A.: "Class III *Halobacteria* class. nov. Order I. *Halobacteriales*", In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd Edition, Boone, D.R.; Castenholz,R.W.; Garrity, G.M.; Staley, J. T. Eds.; Springer-Verlag,New York,294-334,2001
54. Greene, R.V.; Lanyi, J.K.;Proton Movements in Response to Light-Driven Electrogenic Pump for Sodium Ions in *Halobacterium halobium* Membranes, *The Journal of Biological Chemistry*, 254,10986-10994,1979.
55. Tu, S.I.; Huttchinson, H.;Temparature Dependence of Light-Induced Reconstituted Purple Membrane, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 228 ,609-616, 1984
56. Stoeckenius, W.;The Rhodopsin-like Pigments of Halobacteria: Light Energy and Signal Transducers in an Archaeobacterium, *Trends in Biochemical Sciences*, 10,483- 486, 1985.
57. Birbir, M.; Ilgaz, A. ; Isolation and Identification of Bacteria Adversely Affecting Hide and Leather Quality. *Journal of Society of Leather Technologist and Chemists*, 80, 147-153, 1996
58. Bilgi, S. T.; Tabaklama Öncesi işlemlerde Bakteri ve Fungus Sayısının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2007.
59. Birbir, M. ;Kalli, N. ; Johannson, C. ; Examination of Salt Quality of Sereflikockisar Lake Used in Turkish Leather Industry, *Journal of Society of Leather Technologist and Chemists*, 86, 112-117, 2002.
60. Bailey, D. G.; Birbir, M. ; A Study of the Extremely Halophilic Microorganisms Found on Commercially Brine- cured Cattle Hides. *JALCA*, 88, 285-293, 1993.
61. Mitchel, J.W.;Prevention of Bacterial Damage on Brine Cured and Fresh Cattlehides, *Journal of American Leather Chemists Association*, 82,372- 383, 1987.
62. Birbir, M., Kallenberger, W., Ilgaz, A., Bailey D. G.; Halophilic Bacteria Isolated From Brine Cured Cattle Hides, *J Soc Leather Technol Chem*, 80, 87-90, 1995.
63. Rakesh, G., Pijush, K. C., Budhhadeb, C., Debasish, P.; Antibiotic Resistance Profile of The Halophilic Microorganisms Isolated From Tannery Effluent, *Indian Journal of Biotechnology*,9,80-86,2010
64. Hendry, M.F.; Cooperand, D.R.; Woods, D.R.; "The Microbiology Curing and Tanning Process", Part IV, The Laboratory Screening of Antiseptics. *Journal of American Leather Chemists Association* ,66 , 31, 1971.
65. Birbir M.; Examination of Amylase, Caseinase and Cellulase Enzymes Production of Extremely Halophilic Strains Isolated from Tuz Lake, Kaldırım and Kayacık Salterns and Tuzköy Salt Mine, *Marine Bacteriology Congress Proceedings*, İstanbul, 25-28, 2004.
66. Bailey, D. G. and Birbir, M.; The Impact of Halophilic Organisms on the Grain Quality of Brine Cured Hides, *Journal of American Leather Chemists Association*, 91,47- 51,1996.

67. Didato, D.; Browen, J. and Hurlow, E.; Microorganism Control During Leather Manufacture, *Leather Technologists Pocket Book Chapter 20*. (M.K. Leafe ed.), The Society of Leather Technologists and Chemists, East Yorkshire , England,339-352, 1999
68. Madigan, M.T., Martinko, J.M. ve Parker, J.;Microbial Growth. In Brock Biology of Microorganisms(8th. Ed). Prentice Hall International, Inc. 149-172, 1997.
69. Bolen, G., Ventosa, A., Megias, M., Ruiz-Berraquero, F.; The Sensitivity of Halobacteria to Antibiotics, *FEMS Microbiol Lett*,21,341-345,1984.
70. Hilpert, R., Winter, J., Hammes, W., Kandler, O.; *Zlb Baktl Hyg 1 Abt Orig C*,2,11-20,1981.
71. Yang, C. F., DasSarma, S.; Transcriptional Induction of Purple Membrane and Gas Vesicle Synthesis in The Archebacterium, *Halobacterium halobium* Is Blocked by a DNA Gyrase Inhibitor, *J Bacteriol*,172,4118-4123,1990.