

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**YAŞ GERGİ VE VAKUM KURUTMA
YÖNTEMLERİYLE KURUTULAN AYAKKABI
YÜZLÜK DERİLERİN ALAN KAZANIMININ
BELİRLENMESİ**

Kemal KILINÇ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hüseyin Ata KARAVANA

Deri Mühendisliği Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 501.11.00

Sunuş Tarihi: 04.09.2014

**Bornova-İZMİR
2014**

Kemal KILINÇ tarafından **yüksek lisans tezi** olarak sunulan “Yaş Gergi ve Vakum Kurutma Yöntemleriyle Kurutulan Ayakkabı Yüzlük Derilerin Alan Kazanımının Belirlenmesi” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 04 / 09 / 2014 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı : Doç.Dr. Hüseyin Ata KARAVANA

.....

Raportör Üye : Prof.Dr. Gürbüz GÜLÜMSER

.....

Üye : Prof.Dr. Merih SARIŞIK

.....

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi / Doktora Tezi olarak sunduğum “Yaş Gergi ve Vakum Kurutma Yöntemleriyle Kurutulan Ayakkabı Yüzlük Derilerin Alan Kazanımının Belirlenmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

04 / 09 / 2014

İmzası

Kemal KILINÇ

ÖZET**YAŞ GERĞİ VE VAKUM KURUTMA YÖNTEMLERİYLE
KURUTULAN AYAKKABI YÜZLÜK DERİLERİN ALAN
KAZANIMININ BELİRLENMESİ**

KILINÇ, Kemal

Yüksek Lisans Tezi, Deri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hüseyin Ata Karavana

Eylül 2014, 92 sayfa

Kurutma işlemi, derinin temel yapısal, kimyasal ve fiziksel durumunu belirleyen; derinin kullanılabilir forma dönüştürülmesinde gerekli olan en önemli deri üretim işlemlerinden birisidir. Ayakkabı yüzçük derilerin üretiminde farklı kurutma metotları kullanılmasıyla derilerin yüzey alanlarındaki değişim de farklı olmaktadır. Ayakkabı yüzçük derileri, yüzey alanlarının büyüklüğüne göre satıldığı için alan kazanımı çok büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada ayakkabı yüzçük derilerin kurutulmasında yaş gerğı ve vakum kurutma yöntemleri kullanılarak, derilerdeki alan kazanımları belirlenmiş ve aynı zamanda bu kurutma yöntemlerinin; alan kazanımı yanında derilerin fiziksel özelliklerine etkisi de mukayese edilmiştir.

Sonuç olarak, farklı kurutma yöntemlerinin ve koşullarının kullanılmasıyla aynı menşeli derilerin yüzey alanı kazanımlarında ve fiziksel özelliklerinde istatistiksel anlamda önemli değişimlerin meydana geldiğı görölmektedir. Özellikle ayakkabı yüzçük derilerin kurutulması için kullanılan yaş gerğı kurutma metodunun alan kazanımında ve bazı fiziksel özelliklerde sağladığı avantajlar nedeniyle tercih edilebilir bir yöntem olduğu ortaya çıkmaktadır.

Anahtar sözcükler: Ayakkabı yüzçük deri, yaş gerğı kurutma, vakum kurutma, alan kazanımı.

ABSTRACT**SURFACE AREA GAIN DETERMINATION OF SHOE UPPER
LEATHERS DRIED BY WET-TOGGLE AND VACUUM DRYING
METHODS**

KILINÇ, Kemal

MSc in Leather Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Ata KARAVANA

September 2014, 92 pages

Drying is one of the most important leather production process which is necessary to obtain usable leather form from skin and determines the basic structural, chemical and physical properties of the leather. Using different drying methods in the footwear upper production affect the change in surface area of the leathers as distinct from each other. Surface area gain has a great significance since the footwear upper leathers are sold depend their size of the surface area. In this research, it is determined that the surface area gain of the each footwear upper leathers which manufactured using the wet-toggle and vacuum drying methods that are different drying processes, and also the effects of these drying methods to the physical properties besides the area gain of the leathers are compared.

As a result, it is observed that the significance changes occurred statistically on the surface area gain and physical properties of the same origin upper leathers as using the different drying methods and conditions. Especially, the wet-toggle for the drying of footwear upper leathers is a preferable drying method because of the better surface area gain and some of advantages on the physical properties provided by the method.

Keywords: Shoe upper leather, wet-toggle drying, vacuum drying, area gain.

TEŞEKKÜR

Tez hazırlık ve yazım aşamasındaki değerli katkıları için tez danışmanım Doç.Dr. Hüseyin Ata KARAVANA başta olmak üzere; derilerin işlenmesi ve gerekli mekanik işlemlerin yapılmasındaki yardımlarından dolayı Gerede'deki Deri Sanayicilerine, manevi desteklerinden ötürü aileme ve eşime teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	ix
TEŞEKKÜR.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xviii
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1 Deri Kurutma İşlemine İlişkin Bilgiler.....	4
2.2 Deri Kurutma Yöntemlerine İlişkin Bilgiler	8
2.3 Kurutma İşlemi Sonrası Deriye Yapılan Mekanik İşlemlerle İlgili Bilgiler ...	19
2.4 Kurutma İşleminin Derideki Alan Değişimine Etkisine İlişkin Bilgiler	21
2.5 Kurutma Parametrelerinin Derinin Fiziksel Özelliklerine Etkisine İlişkin Bilgiler	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	28
3.1 Materyal.....	28
3.2 Yöntem	28
3.2.1 Araştırmada kullanılan deri materyallerin işlenmesi.....	28

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.2.2 Ayakkabı yüzlük derilere uygulanan kurutma yöntemleri	30
3.2.3 Ayakkabı yüzlük derilere uygulanan kurutma sonrası işlemler.....	34
3.2.4 Araştırma materyali derilere uygulanan alan ölçüm işlemleri.....	35
3.2.5 Mamul derilere uygulanan fiziksel testler	37
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	46
4.1 Wet-Blue Derilerin Yüzey Alanlarının Ölçümüne İlişkin Bulgular	46
4.2 Kurutma Sonrası Yüzey Alanlarının Ölçümüne İlişkin Bulgular.....	46
4.2.1 Patpat işleminden sonra yapılan yüzey alanı ölçüm değerleri	46
4.2.2 Kuru dolaplama işleminden sonra yapılan yüzey alanı ölçüm değerleri	49
4.2.3 Kuru dolaplama ardından patpat işleminden sonra yapılan yüzey alanı ölçüm değerleri	51
4.3 Kurutma İşlemlerinin Mamul Derinin Fiziksel Özelliklerine Etkisine İlişkin Bulgular	53
4.3.1 Çekme mukavemeti ile ilgili bulgular	53
4.3.2 Kopma anındaki uzama ile ilgili bulgular.....	55
4.3.3 Tek kenar yırtılma yükü ile ilgili bulgular	56
4.3.4 Çift kenar yırtılma yükü ile ilgili bulgular	57
4.3.5 Dikiş yırtılma dayanımı ile ilgili bulgular	58

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

4.3.6 Kalıcı uzama tayini ile ilgili bulgular.....	59
4.3.7 Sırça dayanımı ve gerilebilirlik tayini ile ilgili bulgular	60
4.3.8 Görünür yoğunluk ile ilgili bulgular.....	63
4.3.9 Su buharı geçirgenliği ile ilgili bulgular.....	64
4.3.10 Hava geçirgenliği ile ilgili bulgular.....	65
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	66
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	69
ÖZGEÇMİŞ.....	73

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Mutlak basıncın fonksiyonu olarak suyun kaynama noktası	15
2.2. Vakum kurutma ile hava kurutma arasındaki mekanizma farkı	18
2.3. Kurutma süresinin fonksiyonu olarak kurutma hızı	19
2.4. Başlangıçtaki su miktarının ve kurutma zamanının fonksiyonu olarak alan korunumu.....	23
2.5. Kurutma zamanının ve sıcaklığın fonksiyonu olarak yırtılma mukavemeti..	26
2.6. Yırtılma mukavemeti ve kurutma hızı arasındaki ilişki	27
3.1. Araştırmada kullanılan açkı-sıkma makinesi	30
3.2. Araştırmada kullanılan askı kurutma ünitesi	31
3.3. Kurutma kabinine deri girişi	32
3.4. Yaş gergi kurutma işlemi	33
3.5. Araştırmada kullanılan vakum kurutma ünitesi	34
3.6. Araştırmada kullanılan 3 kafalı patpat makinesi	35
3.7. Yüzey alanı ölçümlerinin yapıldığı desi makinesi	36
3.8. Çekme mukavemeti ve uzama yüzdesinin tayininde kullanılan deri örneğinin şekli	38
3.9. Tek kenar yırtılma yükü tayininde kullanılan deri örneğinin şekli	40

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.10. Çift kenar yırtılma dayanımı tayininde kullanılan deri örneğinin şekli.....	40
3.11. Dikiş yırtılma dayanımı tayininde kullanılan deri örneğinin şekli	41
3.12. Kalıcı uzama tayininde kullanılan deri örneğinin şekli	42
3.13. Sırça dayanımı ve gerilebilirlik testinde kullanılan deri örneğinin şekli	43
3.14. Su buharı geçirgenliği test cihazının genel düzeni	45
3.15. Hava geçirgenliği ölçüm cihazı.....	45
4.1. Wet-blue yüzey alanı ölçümlerine göre yüzdesel artışlar	48
4.2. Kuru dolaplama ile meydana gelen yüzdesel azalmalar	50
4.3. Kuru dolaplama sonrası patpat işlemiyle yüzey alanlarında meydana gelen yüzdesel artış	52
4.4. Wet-blue yüzey alanına göre yüzey alanlarındaki yüzdesel artışlar	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Araştırma materyali wet-blue derilere uygulanan işlenti reçetesi	29
3.2. Derilere uygulanacak kurutma metotları	30
4.1. Wet-blue derilerin yüzey alanı ölçüm değerleri	46
4.2. Derilerin kurutma sonrası patpat işleminden sonraki yüzey alanı ölçüm sonuçları	47
4.3. Kuru dolaplama sonrası yüzey alanı ölçüm değerleri	49
4.4. Kuru dolaplama sonrası patpat işlemine tabi tutulan derilerin yüzey alanı ölçüm değerleri	51
4.5. Çekme mukavemeti değerleri	54
4.6. Kopma anındaki uzama değerleri	56
4.7. Tek kenar yırtılma yükü değerleri.....	57
4.8. Çift kenar yırtılma yükü değerleri	58
4.9. Dikiş yırtılma dayanımı değerleri	59
4.10. Kalıcı uzama tayini değerleri	59
4.11. Cilt çatlama mukavemeti değerleri	60
4.12. Cilt çatlama uzaması değerleri	61
4.13. Cilt patlama mukavemeti değerleri	62

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.14. Cilt patlama uzaması değerleri	62
4.15. Görünür yoğunluk değerleri	63
4.16. Su buharı geçirgenliği değerleri	64
4.17. Hava geçirgenliği değerleri	65

1. GİRİŞ

Deri materyali mamul deri haline gelinceye kadar çeşitli işlemlere maruz kalır. Bu işlemler temel olarak; ıslatma-yumuşatma, kıl giderme-kireçlik, kireç giderme, sama, yağ giderme, pikle, sepileme, yağlama, boyama, retenaj, kurutma ve finisaj işlemleri olarak sıralanabilir. Yakalı ve Dikmelik (1994)'e göre kurutma işlemine kadar olan işlemler kimyasal ve mekanik işlemler dizisi şeklinde ilerlerken kurutma işlemi ile bu durum fiziksel kanunların geçerli olduğu bir karakter kazanır. Nitekim kurutma içinde bulunduğu havanın sıcaklığı, nemi ve akım hızı değiştirilerek derideki rutubetin ayarlanmasıdır.

Boyama ve yağlama işlemleri sonrasında deri, kurutma için hazırdır. Deri sepilmiştir ve sepileme, boyama ve yağlama maddeleri liflerle sıkı temas içindedir. Bu maddelerin bir kısmı hala lifler arasındaki çözelti içerisinde ve liflerle reaksiyon tam olarak tamamlanmamıştır. Kurutma işlemi sadece deriyi pratik ve kullanılabilir forma dönüştürmek üzere basitçe nemin giderilmesi işlemi değil, aynı zamanda deri üretimindeki kimyasal reaksiyonlara katkıda bulunan bir işlemdir. Derilerin kurutulması, deri kalitesi için en önemli basamaklardan birisidir. Modern deri üretiminde hızlı üretim ihtiyacı ve daha egzotik maddelerin kullanılması nedeniyle kurutma ve kurutma metotları giderek artan bir öneme sahiptir (Thorstensen, 1993).

Mamul derilerden kullanım alanlarına göre farklı özellikler ve haslıklar beklenmektedir. Derinin bu özelliklere ve haslıklara sahip olabilmesinde kullanılan kimyasalların yanı sıra kurutma işleminin de payı büyüktür. Derinin nihai yapısı, yumuşaklığı ve esnekliği gibi fiziksel özellikleri temel olarak kurutma işlemi ardından ortaya çıkmaktadır.

Deriden istenilen fiziksel özelliklerin yanında, deri üreticisi için belki de vazgeçilemeyecek en önemli unsur ise alan kazanımıdır. Çünkü mamul derilerin fiyatı yüzey alan büyüklüklerine göre belirlenmektedir. Deri üretimi ticaretin bir konusu olduğu için derideki alan kazanımı veya alanın korunumu çok önemli bir kavram olarak ele alınmaktadır. Deride alan kaybında etkili en önemli işlemlerden birisi ise kurutma işlemidir. Çünkü kurutma işleminde deri su kaybederken

büzüşme eğilimindedir. Hidrofilik materyallerin suyunun giderilmesi sırasında büzüşmesi bilinen bir gerçektir. Deri de hidrofilik bir materyal olduğu için bu davranışa uygun olarak hareket eder ve eğer deri, büzüşmesini engelleyici bir kurutma metodu uygulanmadan kendi halinde kuruyacak olursa düşük yüzey alan verimi verir. Bunun içindir ki, kurutma metotlarının çoğu derinin yüzey alan verimini artırıcı niteliktedir. Bu yüzden deriyi kurutmak için seçilen farklı kurutma metotlarının ve kurutmadaki değişkenlerin derinin fiziksel özelliklerine ve alan verimine etkisi unsurları araştırılması gereken bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kurutma işleminde asıl amaç derideki suyun belirli bir seviyeye kadar düşürülmesi gibi görünse de her bir kurutma metodunun ve kurutmadaki değişkenlerin deriye farklı özellikler vermesi ve her bir kurutma metodunun kendine has avantajlarının ve dezavantajlarının olması, bu işlemin önemini ortaya koymaktadır. Farklı kurutma metotlarının ve kurutmadaki değişkenlerin deriye verdiği fiziksel özelliklerin yanında alan veriminin de araştırılması ile deri üreticisine yol gösterilmiş olunacaktır.

Ayakkabı yüzlük derisi üretimi, tüm deri mamulleri üretimi içinde çok büyük bir paya sahiptir. Deri; dayanıklılık, yumuşaklık, esneklik ve form tutma kabiliyeti gibi özellikleri nedeniyle ayakkabı ana materyali olarak kullanılmak için çok uygundur. Doğal bir materyal olması nedeniyle de aynı özelliklere sahip olan, yerine ikame edilebilecek kendi gibi mükemmel bir materyal bulunamamaktadır. Diğer deri ürünlerinde olduğu gibi ayakkabı yüzlük derisi olarak üretilen derilerin kurutulmasında da farklı kurutma metotları kullanılmaktadır. Günümüzde ayakkabı yüzlük derilerinin kurutulmasında en çok tercih edilen metot vakum kurutmadır. Fakat son yıllarda, istenilen yumuşaklık, tutum ve kuru dolap efekti gibi özellikleri sağladığı ve deriye yüksek alan kazanımı sağladığı için yaş gergi kurutma yöntemi de yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu iki farklı kurutma metodunun derinin alan kazanımına ve derinin fiziksel özelliklerine etkisi hakkında bilgi içeren kaynaklar çok sınırlıdır.

Yapılan bu tez çalışması; askı kurutma, yaş gergi kurutma ve vakum kurutma yöntemleriyle kurutulan ayakkabı yüzlük derilerinin alan kazanımlarının

ve fiziksel özelliklerinin karşılaştırmalı olarak belirlenmesini kapsamaktadır. Bu amaç doğrultusunda; aynı menşeli on sekiz kanat kromlu deri temin edilmiş ve bu deriler ayakkabı yüzlük derisi olarak boyama, retenaj ve yağlama işlemlerinden sonra kurutmaya hazır hale getirilmişlerdir. Bu derilere askı kurutma, yaş gergi kurutma ve vakum kurutmanın dört farklı uygulama koşuluna göre altı farklı kurutma işlemi uygulanmıştır. Bu farklı uygulamalarla kurutulan derilerin alan kazanımları desi ölçme makinası ile belirlenmiştir. Ardından derilere fiziksel testler uygulanarak, farklı kurutma uygulamalarının derinin fiziksel özelliklerine etkileri değerlendirilmiştir.

Ayrıca, ayakkabı yüzlük derilerine uygulanan kuru dolap ve patpat işlemlerinin de alan kazanımına etkileri belirlenmiştir. Bunun için derilerin yüzey alanları kuru dolap ve ardından uygulanan patpat işlemlerinden önce ve sonra desi ölçme makinası ile ölçülmüştür. Tüm bu sistematik çalışmalardan ve ölçümlerden sonra çıkan sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Deri Kurutma İşlemine İlişkin Bilgiler

Kurutma, deri üretimindeki yaş işlemlerin tamamlanmasının ardından suyun deriden uzaklaştırılmasıdır. Deriyi daha sonraki bitim işlemlerine hazırlamak için değişik kurutma metotları kullanılır (IULTCS, 2012).

Bienkiewicz (1983)'e göre derinin kurutulmasıyla ilgili çalışmalar öncelikli olarak teknolojik ve makine bilgilerini içerir. Deriyi homojen bir materyal olarak kabul etmek neredeyse imkânsızdır.

Ham deri bir kenara bırakılırsa, derinin kalitesi ham deriden sepileme aşamasına kadarki kimyasal işlemlerle, çeşitli retenaj ve yağlama maddeleriyle modifikasyonla ve kullanılan kurutma tekniğiyle belirlenir (Manich et al., 2006).

Kurutma deri üretimindeki temel mekanik işlemlerden bir tanesidir. Deri kurutma işlemleriyle son yapısal, fiziksel durumunu ve elastikiyetini elde eder (Liu et al., 2004).

Covington (2009)'a göre doğal halinde deri, kuru hali baz alındığında %150-190 su içermektedir. Kimyasal işlem liflerin yapısını moleküler seviyede değiştirir ve deri yapısı ile derideki nem miktarı arasındaki ilişkiyi başkalaştırır. Kollagendeki su içeriği şu ana gruplara ayrılabilir: Yapısal su, bağlı su ve yığın halindeki su. Yığın halindeki su, likide benzer karakterdedir ve 0 °C'de buz kristali şeklindedir. Bağlı olan su, sıvı ve katı arasında bir yapı gösterir. Bu yüzden 0 °C'de donmaz. Yapısal su molekülleri ise lif yapısının bir parçasıdır ve katı madde gibi davranırlar.

Kurutmanın ilk aşamasında, buharlaşma sabit hızla deri yüzeyinde su ile meydana gelen ince bir film tabakasından gerçekleşir ve bu deri yüzeyine transfer edilen ısı oranıyla kontrol edilir (Coulson and Richardson, 1978; Van Vlimmeren, 1956).

Kurutma, pratikte birinci derecede öneme sahip işleme safhasıdır. Çünkü kurutma bir yandan derinin özellikleri üzerine etkili olurken bir yandan da üretim hızını etkiler. Kurutmada önce derilerin makinadan geçirilerek sıkılması serbest suyun büyük miktarını (%45–55) uzaklaştıracağı için ekonomi sağlar (Yakalı ve Dikmelik, 1994).

Thorstensen (1993)'e göre deriyi içindeki maddelerle kalıcı fiksasyon sağlayacak şekilde çok az nem içeriğine kadar kurutmak alışılmış bir olaydır. Bir kere kurutulduktan sonra deri tekrardan ıslatılabilir ancak asla kurutma öncesi haline dönmez. Sepileme, boyama ve yağlama reaksiyonu kurutma işlemi sırasında tamamlanır. Bu liflerin fiziksel formlarını etkin bir şekilde sabitler. Bu yüzden kurutma pratik deri kalitesinde büyük öneme sahip hem kimyasal hem fiziksel bir aktivitedir.

Kurutma işlemi derinin daha sonraki işlemleri ile ilişkilidir ve aşağıdaki amaçlar için gereklidir.

- Önceki işlemler sırasında derinin almış olduğu suyu uzaklaştırmak.
- Deriyi sonraki işlemler için gerekli rutubet düzeyine getirmek.
- Sonraki işlemlerdeki makinaların kapasitesini artırmak.
- Deriyi fiziksel ve kimyasal değişikliklerden korumak.
- Depolama, paketleme ve taşıma maliyetlerini azaltmak (Yakalı ve Dikmelik, 1994).

Wilson adlı araştırmacının deri teknolojisi konusundaki ilk kitaplarında bir jelatin küpünün kurutulması derinin kurutulmasına örnek olarak verilmiştir. Deri proteini hem asit hem alkali bölgede çok sayıda reaktif gruba sahip doğal protein maddesinin komplike bir örgü ağıdır. Deri proteinine büyük miktarda su bağlıdır. Wilson'un jelatin küp örneği aslında lifsi yapıya sahip olmayan bir ham deri proteini. Jelatin bloğun kurutulmasında jelin dış yüzündeki rutubet giderilir ve

bloğun iç tarafından dış yüzüne doğru dereceli bir nem migrasyonu gerçekleşir. Çok yavaş kurutma koşulları altında yüzeydeki buharlaşma, yüzeyden uzaklaşan suyun içeriden migre olan suyla telafi edilecek yeterli hızla gerçekleşir. Hızlı buharlaşmada içerideki su yeterli hızla göç edemez ve yüzey dehidrate olur. Bu dehidratasyon jelâtin moleküllerinin birbirini çekmesini ve hidrojen bağlarının oluşmasını ya da lifler arasında çapraz bağların oluşmasını engeller. Dış yüzey bloğun içine göre oldukça farklı bir madde haline gelir. Suyun yüzeye geçişini azaltan sert bir kütle oluşturur. Deri söz konusu olduğunda, aşırı ısıtma durumunda dış yüzey sertleşir ve derinin iç kısmı hapsolmuş suyla nemli kalır. Düzgün tabaklanmış deri, jelâtin bloğu örneğinden oldukça farklı davranır. Sepileme proteinin bazı hidrofilik gruplarını elimine eder ve bunlar artık su emmez hale gelir. Böylece derinin içindeki su çok daha kolay yüzeye göç edebilir ve buharlaşma olabilir. Sepilenmiş deri, ham derinin hidrofilik liflerinden daha çabuk ve kolay kuruyacaktır (Thorstensen, 1993).

Sepilenmiş, boyanmış ve yağlanmış deriler kurutulurlar. Önceki işlemlerde kullanılan malzemeler kollagen ile temas halindedirler. Liflerin arasında halen çözelti veya emülsiyon halinde su bulunmaktadır. Bu durum kurutma işlemi ile değiştirilir, bu yüzden kurutma işlemi sadece derideki nemin uzaklaştırılması işlemi olarak düşünülmemelidir. Çözelti halindeki kimyasalların reaksiyonunu tetikleme amacı da vardır. Bu iki amaç kurutma işlemini deri üretimindeki çok önemli bir unsur halinde getirir (Bienkiewicz, 1983).

Deri işlentiindeki tüm yaş işlemlerin son bulmasından sonra deriler kurutulurlar ve daha sonraki finisaj işlemleri için hazırlanırlar. Kurutma çoğunlukla ısıнын etkisiyle gerçekleştirilir. Kurutma koşulları her sepileme metodu için ayrı ayrı ayarlanmalıdır (John, 1996). Deri özelliklerindeki yapısal ve kimyasal değişimlerden kaçınmak için genellikle derinin düşük sıcaklıklarda kurutulması tercih edilir. İşlemin başlangıcındaki kurutma sıcaklığı genellikle düşüktür. Daha sonra su miktarı azaldığında büzülme sıcaklığının 8-10 °C düşüğünden yüksek olmamak kaydıyla sıcaklık artırılır. Aşırı ısıdan ve sepileme ile finisaj işlemlerindeki olumsuzluktan kaçınmak için bu durum tercih edilir. Kurutmadan önce deriler istiflenir ve sıkılır. Kurutma işlemine %40–50 nemde başlanır (Bienkiewicz, 1983).

Sıkma ve açk  işlemleri her zaman kurutma işleminden önce yapılan iki işlemdir. Suyun mekanik olarak uzaklaştırılması, kurutarak uzaklaştırmadan daha ucuzdur. Açk  işlemleri sıkma işleminden önce yapılırsa dolaptaki işlemlerden dolayı deride meydana gelen kırışıklıklar giderilir ve deri daha düzgün bir yüzeye sahip olur. Deriyi serbestçe asmak dışındaki tüm kurutma metotları kurutma esnasında derinin şeklini genişletilmiş olarak tutar. Böylece deri büzüşemez ve düzgün ve damarsız bir yüzey elde edilir (Heidemann, 1993).

Sıkmadan sonra deride kalan suyun, deride %14–18 rutubet kalacak şekilde uzaklaştırılması kurutma işlemi ile sağlanır. Deride bulunan su buharlaşarak ortamda bulunan hava tarafından alınır. Suyun buharlaşma hızı, yani derinin kuruma hızı, suyun buharlaştırılması için verilen ısıya ve ortamda bulunan havanın buhar alma kapasitesine bağlıdır (Toptaş, 1993).

Kurutma işlemi iki kısımda incelenebilir. Kurutmanın birinci aşamasında, deri lif yapısının ara boşluklarında bulunan fiziksel olarak deriye bağlı olan su buharlaşır. Bu su hızlı buharlaşır, kurutma süresi ile buharlaşma hızı doğru orantılıdır. Buharlaşma hızı sepileme şekline bağlı değildir. Derinin yüzey büyüklüğüne, hava sıcaklığına, deri ile hava arasındaki rutubet farklılığına ve hava miktarına bağlıdır. Birinci aşamada buharlaşan su miktarı, derideki toplam su miktarına, fiziksel ve kimyasal bağlı su oranına ve kurutma sırasında derinin yüzey ve yapı değişimine bağlıdır. Kurutmanın ikinci aşamasına gelindiğinde, deri yüzeyi önemli ölçüde kurumuştur, deriye kimyasal bağlı su buharlaştırılacağı için kurutma hızı azalır. Deride kurutma sonucunda kalacak su miktarı, bu aşamada derinin sepileme şekline ve deri yapısına bağlıdır (Toptaş, 1993).

Deri sepileme şekline göre sıcaklığa hassastır, yüksek kurutma sıcaklığında arzu edilmeyen özellik değişimleri olur. Bu nedenle bitkisel sepilemiş deriler en fazla 30–35  C’de, krom sepilemiş deriler en fazla 50–60  C’de kurutulmalıdır. Sıcaklık çok yüksek ise deride yüzey alanı kaybı meydana gelir, sırçada b z lmeler olur, esneklik ve yumuşaklık azalır, bitkisel sepilemiş derilerde renk koyulaşır ve sırçada kırılğanlık meydana gelir. Yüksek sıcaklıkta, yağlama maddeleri ve çözünebilen maddeler deri yüzeyine göçerler. Kurutmada genel bir kural olarak, düşük sıcaklık ve bağıl rutubette kurutmaya başlanmalı, kurutma

sonuna doğru sepileme şekline göre sıcaklık yükseltilmeli ve bağıl rutubet oranı azaltılmalıdır. Bu kural, kapalı kurutma bölümlerinde, asma kurutmada, uzun süreli kurutmalar için geçerlidir. Modern hızlı kurutma metotlarında, başlangıçta yüksek sıcaklık ve düşük bağıl rutubette kuvvetli kurutma yapılır, kurutmanın ikinci aşamasında daha yavaş kurutma yapılır. Bu nedenle, kurutmanın deri özellikleri üzerine etkisi, derinin ikinci aşamadaki kurutma şartlarına bağlıdır (John, 1996; Toptaş, 1993).

Haghi and Randot (2004)'a göre derinin kurutma karakteristiğinin belirlenmesi kurutma aşamasının optimize edilmesi için son derece önemlidir. Oluşturulacak olan modelde, temel ısı ve kütle transferi baz alınmalıdır. Yaptıkları bir çalışmada, sıcaklık varyasyonları ve nem miktarının dağılımını, sonlu elemanlar yöntemini kullanarak sayısal olarak çözümlemişlerdir. İşlemlerdeki parametrelerin etkilerini bu modeli kullanarak incelemişlerdir. Parametrik çalışmanın sonuçlarının kurutma mekanizmasının daha iyi anlaşılmasını sağlamakta ve deri kurutma optimizasyonu için öneriler içermekte olduğunu belirtmişlerdir.

Thorstensen (1993)'e göre, deri liflerinin birbirini çekmesi kuruma sırasında bazı yapışmalara neden olacaktır. Sonuçta deride bazı fiziksel büzülmeler oluşacaktır. Deriyi uzatılmış pozisyonda tutan mekanik sistemleri içeren kurutma metotları geniş deri alanı verecektir ve liflerin düzensiz çekim kuvvetlerinden oluşacak bükülmelerini engelleyecektir. Pratik kurutma metotları iyi bir alan elde etmek ve kurumada büzülmeyi engellemek üzere deriyi gerekli şekilde dizayn edilmiştir. Çivilemek, gergi ve vakum kurutma bu prensiple çalışmaktadır.

2.2 Deri Kurutma Yöntemlerine İlişkin Bilgiler

Askı Kurutma

Hava akımında kurutma, deri kurutmada en eski ve halen en çok kullanılan yöntemdir. Bu yöntemde deriler kancalara ya da sopalara asılır ya da yatay rafların üzerine yerleştirilir. Deri, çevresindeki havanın doğal geçişiyle kurur. Sıcaklık ve rutubet koşulları deri yavaş kuruyacak şekilde ise sertleşme önlenerek, homojenite sağlanır. Hava akımı ile kurutma esnasında deri üzerinden geçen hava

miktarı derinin hangi hızla ya da oranla kuruyacağını belirler. Asılan derinin çevresindeki havayı hareketlendirmek için genellikle tavan pervaneleri kullanılır. Kurutmayı kontrol altında tutmak için kurutma alanı kapatılarak hava derilerle beraber tutulabilir. Bu şekilde, derilerin çevresindeki bağıl nem artacaktır ve kuruma hızı düşecektir. Bunun gibi bir hava akımı ile kurutma sisteminde çalışırken kurutma alanındaki sıcaklık ve sisteme giren taze havanın ve çıkan rutubetli havanın oranı düzgün kurutma şartları sağlanması için kontrol edilmelidir. Hava akımı ile kurutma; düşük yatırım, sıcaklık girişinin olmaması, sertleşme şansının az olması gibi avantajlara sahiptir. Dezavantajları ise; işlem verimliliğinin düşük olması ve düşük alan verimidir (John, 1996).

Askı kurutma grubuna, derinin serbest olarak asıldığı kurutma metotları dâhildir. Deri; çivi, mandal veya çubuklara asılır. Bu çivi ve mandallar paslanmaya karşı korunduğu için derinin lekelenmesini önlerler ve çalışmada kolaylık sağlarlar (Toptaş, 1993).

Enerji kullanmadan hava akımı ile kurutma (açık hava kurutma, kapalı kurutma alanları) düşük maliyetli kurutma metodudur. Fakat, hava koşullarına bağlıdır ve yalnızca uygun iklim koşullarında ekonomiktir. Bu metot ılımlı bir kuruma etkisine sahiptir. Enerji kullanarak hava akımı ile kurutma (kurutma odası, sundurma veya raflarda sıcak hava ile birlikte kurutma) daha yüksek maliyetli kurutma metodudur. Kurutma, kanallarda veya tünellerde kesintisiz besleme veya döner sistem ile ayrı sıcaklık kısımları olarak veya olmadan gerçekleştirilir. Özellikle bölmeli kurutmada, derinin nem içeriği homojen olarak tutulduğundan çabuk bir kurutma metodudur (John, 1996).

Deriler asılırken, havanın deriler arasında iyi sirküle edebilmesi için yeterli aralık bırakılmalıdır. En eski kurutma metodu, her tarafı hava girişine açık olan bölmelerde derinin asılarak kurutulmasıdır. Bu metot ucuzdur, sıcak iklimlerde ve havası kuru olan bölgelerde (bağıl rutubeti düşük) uygulanmaktadır. Daha sonraları, sıcaklığın yavaş yükseltilebildiği kapalı bölmelerde kurutma yapılmıştır. Krom sepilenmiş deriler, yüksek sıcaklığa daha dayanıklı oldukları için, daha az yer işgal eden ve daha hızlı kurutmaya imkân veren tünel kurutucularda kurutulurlar. Tünel kurutucuda derinin hareket hızı istenilen kurutma derecesine

göre ayarlanır. Deriler, tünelin iki yanında hareket eden zincirlerle tespit edilmiş yatay çubuklara asılır. Kurutma tüneli, dar veya birkaç derinin yan yana asılabileceği şekilde geniş olabilir. Taze hava ısıtılarak kurutma tüneline verilir ve aspiratörle emilerek tekrar ısıtılıp sirküle edilir. Tüneldeki bağıl rutubete göre, sirküle edilen havaya taze hava karıştırılır. Tünel birkaç kurutma bölümünden de oluşabilir. Bu şekilde karşı akım prensibine göre çalışan bir kurutma sistemi elde edilir. Hava akımı, derinin hareket yönünün tersine hareket eder, deri sürekli olarak kuru hava (bağıl rutubeti düşük) ile temas eder. Böylece kapasite iyi kullanılır, iyi bir kurutma temin edilir. Asılarak yapılan kurutma metotlarında deri kuruma sırasında büzülme, sepilme şekline göre %5–8 arasında yüzey alanı küçülmesi olarak meydana gelmektedir. Bu büzülme, daha sonraki iskefe işlemi ile deri açılarak önemli oranda giderilmektedir. Bazı deri tiplerinde tok, sıkı yapı arzu edildiği için bu kurutma metodu uygun olmaktadır (Toptaş, 1993).

Açık halde, güneş enerjisi ve elektrik enerjisi ile üç farklı şekilde yapılan deri kurutma sistemleri hakkında çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda veriler; fiziksel özellikleri, yüzey yapısını, kalınlık varyasyonlarını ve yüzey alanındaki azalmaları içermektedir. Yüksek prodüktivite ve düşük maliyet için yapılan güneş enerjisi ile kurutmada, kurutma sıcaklığının ve bağıl nemin kontrol edilmesiyle açık havadaki kurutmaya yakın fiziksel karakter elde edilmesi imkânı vardır (Roosevelt et al., 2000).

Gergi Kurutma

Krom sepilmenin ilk zamanlarında, boyanmış ve yağlanmış deriler sıkma, açkı işleminden sonra gerili şekilde tahta tablalara özel çiviler ile çakılırlardı. Günümüzde deriler paslanmaz özellikteki, delikli metal tablalara özel mandallar vasıtasıyla bölmeli veya beslemeli kurutma için sabitlenirler. Tamamen otomatik gergi kurutma sistemleri de kullanılmaktadır. Bu teknik ile derinin levhaya bakan kısmı ısıya maruz kalan kısımdan daha yavaş kurumasına rağmen derinin iki taraftan da kurutulmasına imkân sağlar. Kurumanın bitiminde aşırı ısıdan kaçınılması için özen gösterilir (Heidemann, 1993; John, 1996).

Gergi kurutma genellikle patpat sonrasında nem içeren deri için müteakip bir işlem olarak kullanılır. Özellikle mobilyalık ve döşemelik gibi bazı deriler direkt olarak yaş iken tablalara gerilirler. Böylece, iyi alan kazanımı sağlanır ve damarlılık azalır (John, 1996).

Germe kurutma iskefeden sonra ikinci kurutma için uygulandığı gibi, açkısıkma yapılmış derilerin ilk kurutulmasında da uygulanmaktadır. Bu kurutma şeklinde deriler kururken büzülmezler ve kurutulduktan sonra fazla bir esneklik göstermezler. Deriler, delikli levhalardan meydana gelen çerçevelere mandallar yardımı ile gerildikten sonra kurutulurlar. Bu mandallar, deri gerildikçe deriyi saha sağlam tutacak şekilde üretilmişlerdir. Germe işlemine, sırt çizgisi boyunca önce kafa ve kuyruk kısımları tabla üzerine sabitlenerek başlanır ve daha sonra çapraz olarak arka sol bacak ile ön sağ bacak sabitlenerek işleme devam edilir. Son olarak etek kısımları sabitlenir (Toptaş, 1993).

Bir gergi ünitesi; kontrollü sıcaklık ve rutubete sahip bir kurutma ünitesi ile çok sayıda tabladan oluşur. Gergi sistemi, çok sayıdaki derinin küçük bir alanda kurutulması avantajına sahiptir. Ayrıca, kuruma esnasında derilerin gerilmesi sağlanır. Dezavantajı ise; sabit sıcaklık ve rutubetin korunmasının sağlanmasındaki zorluklardır (Thorstensen, 1993).

Gergi kurutma denilen gererek kabinde kurutma günlük kapasiteye göre ayarlanmış kurutma kabini ve içindeki raylara asılı metal gergi plakalarından ibarettir. Dışarıya alınan gergi plakası yatay duruma getirilerek üzerine özel mandallar yardımıyla bir deri gerdirilir. Plaka ters çevrilerek arka yüzüne başka bir deri gerdirilir ve dikey duruma getirilerek kabin içine sürülür. Bütün derilerin bir yarısı çerçevenin bir yüzüne gerildikten sonra öbür yarısı çerçevenin diğer yüzüne gerilir. Kabin içine her plaka sürüşte germe bölümüne diğer uçtan başka bir plaka gelir. Plaka üzerinde kuruyarak çıkan deri varsa mandallar sökülüp yerine yaş deri mandallanır. Kabin içine sokulan yaş derilerdeki rutubet ile kabinin nispi rutubeti ve sirkülasyon için içeriye üflenerek sıcak havanın sıcaklığı ile kurutma ayarlanır. İyi bir kurutma kromlu deri için %75 nisbi rutubet ve 70 °C dolayında olmalıdır (Yakalı ve Dikmelik, 1994).

Deri ne kadar fazla gerilirse o kadar fazla yüzey verir, o oranda az esnek olur. Ancak, dolgunluk ve tutum olumsuz yönde etkilenir. Yumuşak deri tipleri, ayakkabı yüzlük derilere göre daha az gerilerek biraz daha tok ve yumuşak olmaları sağlanır. Fazla germe bütün deri tiplerinde kaliteyi olumsuz yönde etkiler (Toptaş, 1993).

Pasting Kurutma

Pasting kurutma eski bir kurutma tekniğidir. Yaş deri cilt yüzü aşağıya gelecek şekilde cam plaka üzerine yayılır ve karboksimetilselüloz gibi bir yapıştırıcı ile plakaya yapıştırılır. Sıkı tip ayakkabı yüzlük derilerine uygulanır (Heidemann, 1993).

Bir pasting kurutma ünitesinde deriler cam, porselen ya da metal bir plaka üzerine cilt yüzünden yapıştırılır. Bu şekilde, deriler tam olarak uzatılmış ve cilt lifleri maksimum yumuşaklık ve alan vermek üzere oryante edilmiştir. Böylece hava akımında ya da gergi kurutma tekniklerine göre daha iyi cilt özellikleri elde edilir. Pasting plakaları kontrollü sıcaklık ve rutubete sahip 4–8 bölmeli kurutma tüneline gönderilirler. Plakalar üst taraftan bir konveyör banda veya bir ray sistemine asılır. Deriler bu plakalara yapıştırılmıştır ve plakalar kurutucu tünel içinde sabit hızda ilerlerler. Kuru deri plaka üzerinden sıyrılarak alındıktan sonra plakalar yıkanmaya gönderilir. Yıkanmış plakaya yapıştırıcı pasta otomatik olarak uygulanır. Islak deri plakanın her iki tarafına yapıştırılır ve döngü devam eder. Her bir bölmedeki sıcaklık ve rutubet ayarlanarak derinin buharlaşma hızı kontrol edilir. Aşırı ısınma engellenir. Pasting kurutmada ilk basamaklara göre daha sert sıcaklık koşulları uygulanabilir. Pasting kurutma büyükbaş, yarma, oğlak ve kanat derilerde kullanılabilir (Thorstensen, 1993).

Pasting kurutmanın diğer bir şekli pratikte “tava” olarak adlandırılan sistemdir. Tavalar paslanmaz çelik veya emaye çelikten yapılmaktadır. Tavalar yatay veya dikey olarak yerleştirilmektedir. Tavalar, su veya yağ ile doldurulmakta, buhar veya elektrik ile 90 °C’ye kadar ısıtılmaktadır. Kurutma 15–30 dakikada yapılabilir. Bu sistemin faydası, düşük yatırım ve işletme kolaylığıdır. Mahsuru ise sırça tabakasının aşırı kuruyarak sertleşmesidir. Gerçi, sıcaklık düşürülerek aşırı kurutma önlenir, ancak bu şekilde kurutma süresi

uzamaktadır. Bu sistem tam kurutma yapılmayacak şekilde kullanılabilir. Ön kurutma tavalarda yapıldıktan sonra tam kurutma asma kurutma şeklinde uygulanabilir (Toptaş, 1993).

Pasting kurutmada kuruma sırasında büzülme meydana gelmediğinden deri alanı diğer yöntemlere göre %5-12 daha fazladır. Ayrıca lifler iyi oryante olduğundan düzgün bir deri cildi elde edilir ve kenar almaya fazla gerek yoktur. Yapıştırma için genellikle %1'lik nişasta kullanılır. Kuruma sırasında derinin plakaya yapışık kalabilmesi için nişastanın viskozitesinin iyi ayarlanması gerekmektedir. Viskozite, bazen nişasta koyulaştırılarak bazen de az miktarda özel yağ katılarak ayarlanır. Ayrıca, yapışkan pastanın uygulanışı da büyük önem arz eder. Pasta genellikle bir tabanca yardımıyla ince film halinde plaka üzerine püskürtülür. Daha sonra yapışkan üzerine %60–65 rutubet içeren yaş deri cilt yüzü yapışkana gelecek şekilde serilir. Arada hava kalmaması ve yapışkan yığılması olmaması için deri 20–25 cm uzunluğunda metal veya plastik yapıştırma aparatı yardımıyla T şeklinde yapıştırılır. T şeklinde yapıştırma ile önce sırt çizgisi boyunca sonra ortadan yanlara doğru ovuşturarak yapıştırma kastedilmektedir (Yakalı ve Dikmelik, 1994).

Pasting kurutma genel olarak sıkı yüzölçüm deriler ile zımparalanacak deriler için kullanılır. Bu metodun askı ile kurutmaya göre avantajı yüksek oranda alan kazanımı sağlanmasıdır. Yapıştırıcının bileşimi önemlidir. Deriler çekildiğinde yapıştırıcı cam panelde kalmalıdır ve kolaylıkla cam panelden uzaklaştırılabilmelidir (John, 1996).

Vakum Kurutma

Deri kurutma tekniklerindeki en belirgin ilerleme vakum kurutmanın geliştirilmesiyle olmuştur. Avrupa'da ortaya çıkmış ve tüm dünyaya yayılmıştır. Vakum kurutmada deri açık bir şekilde cilt yüzü aşağıya bakacak şekilde genellikle krom kaplanmış parlak çelik bir yüzeyin üzerine yerleştirilir. Isı bu yüzeye masanın altındaki bir ünite ile uygulanır. Sıcaklık sirküle eden sıcak suyun termostatik kontrolü ile sağlanır. Isı doğrudan plaka ile deriye uygulandığından, sıcak havadan alınmadığından dolayı bütün kurutma sistemi değişmiştir. Yüksek vakum altındaki derideki suyun kaynama noktası düşer. Buharlaşımdan dolayı

meydana gelen soğutma etkisinde kaynayan suyun sıcaklığı 38°C'dir. Bu düşük sıcaklıkta deride daha az kimyasal değişme meydana gelir. Örneğin, bitkisel tanenler daha az sertleşir ve diğer sertleştirici reaksiyonlar azalır. Sıcaklık doğrudan derilere uygulandığından buharlaşma derinin içindeki liflerde meydana gelerek sepileme maddelerinin ve yağların migrasyonundan kaynaklanan problemler büyük ölçüde azalır. Vakum kurutma tekniğinin hava koşullarına bağlı olmaksızın dünyanın her yerinde aynı şekilde etkin bir biçimde kullanılabilme avantajı vardır. Sıcaklık ve kurutma koşulları dış etkenlere bağlı olmaksızın vakum kurutmanın sahip olduğu donanımlarla kontrol altında tutulabilmektedir. Süre, zaman ayarlayıcı ile otomatik olarak kontrol edilmektedir (Thorstensen, 1993).

Bu kurutma metodunda suyun vakumda düşük sıcaklıkta kaynama özelliği baz alınır ve böylece buharlaşma çok çabuk gerçekleşir. Yaş deriler düzleştirici bir araç vasıtasıyla metal tablalara kırışık olmayacak şekilde açılırlar ve hava sızdırmaz bir gövde vasıtasıyla yalıtımlı olarak kapatılırlar. İçerideki hava basıncı tahliye sistemi ile düşürülerek, derinin kalınlığına ve nem içeriğine göre önceden belirlenmiş sürede deri kurutulur. Vakumun, basıncın ve sıcaklığın değiştirilmesi derinin alan verimini, kalınlığını ve yumuşaklığını etkilemektedir (John, 1996).

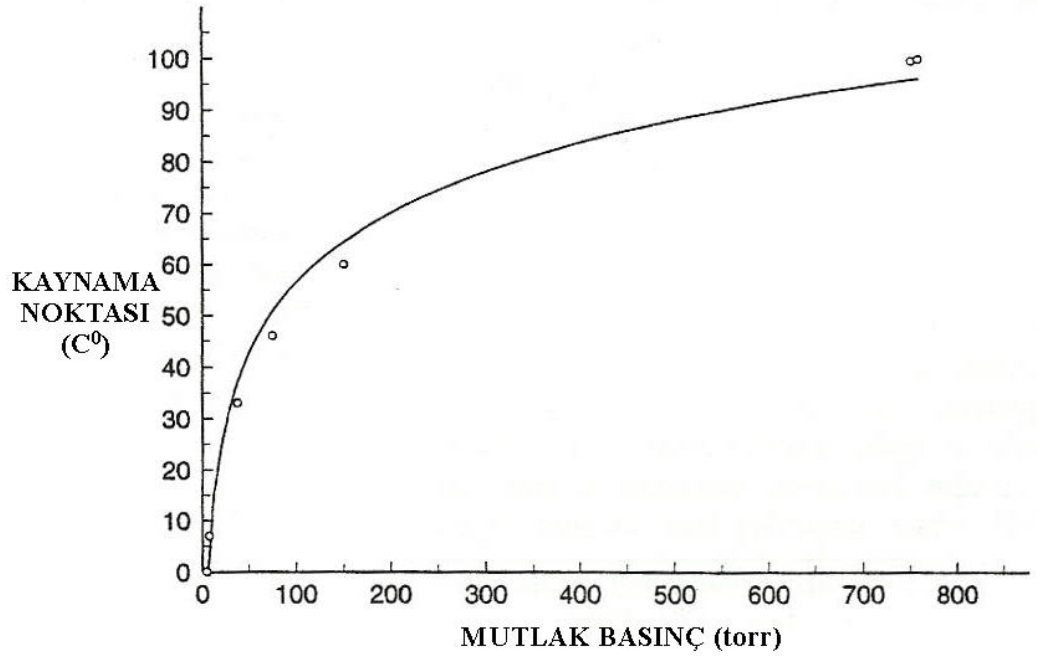
Derinin vakum ile kurutulması ticari açıdan son yıllarda çok popüler olmuştur. Çünkü, kurutma işlemi hızlıdır ve kurutma için gerekli olan alan ihtiyacı azdır (New England Tanners Club, 1993).

Vakum kurutma birçok avantaj sunmasına rağmen, birçok tabakhane bu kurutma metodunu kullanmak için hala kararsız durumdadırlar ve gergi kurutma metodu halen yaygın olarak kullanılmaktadır (Liu et al., 2011).

Ayakkabılık yüzлük deriler için vakum kurutma yöntemi tercih edilir. Yaş deri el ile parlak, sıcak metal plakaya cilt yüzü aşağı gelecek şekilde serilir. Düzgün cilt elde edilebilmesi için derinin ıslak olması gerekir. Vakum uygulanmadan önce hava geçirmeyen başlık derinin üzerine yerleştirilir. Başlığın iç tarafı, deriyi plakaya bastırmak, gevşemeyi ve büzölmeyi engellemek için keçe ve tel kafesle donatılmıştır. Aşırı kurumayı engellemek için, kurutma birkaç

dakika sonra nem içeriği %20'den az olmamak kaydıyla %30'dan aşağıya düştüğünde tamamlanır. Derinin kurutulması nispeten düşük sıcaklıkta birkaç saatlik periyotta tünel kurutucuda tamamlanır. Vakum kurutma, derinin tamamen kurumadığı fakat çok da yaş olmadığı nem miktarında tamamlanmalıdır. Deride fazla miktarda su kaldığında büzülme de fazla olacaktır. Bu yüzden iyi bir alan verimi sağlamak için sıklıkla son kurutmada gergi işlemi uygulanır. Vakum kurutma sayesinde derinin cilt yüzeyi düz ve damarsız olur (Heidemann, 1993).

Su normal hava basıncı olan 760 mm civa sütunu basıncında (Torr) 100 °C'de kaynar. Basınç düştükçe suyun kaynama noktası da düşer. 500 Torr basınçta 89 °C'de, 300 Torr'da 76 °C'de, 100 Torr'da 50 °C'de kaynar (Dayighi, 1996; Topbaş, 1993).



Şekil 2.1. Mutlak basıncın fonksiyonu olarak suyun kaynama noktası (Dayighi, 1996).

Vakum kurutma makinalarında %95–96 vakum uygulandığı için su 39-42 °C'de kaynar. Vakum kurutmada, plaka ve genellikle kapak sirküle eden su veya yağ ile 95-130 °C arasında ısıtılır ve sirkülasyon sırasında istenilen derecede tutulur. Vakum pompası istenilen vakumu sağlar ve bu arada deriden buharlaşan suyu kondensatöre verir, su buharı burada su haline geçer. Soğutma suyu ile birlikte bir pompa ile dışarı verilir. Kondensat, deriden buharlaşarak gelen asit

içerdiği için tekrar kullanılamaz, ancak ısısından yararlanılabilir. Soğutma suyu kirlenmediği için işletmede kullanılabilir. Böylece vakum kurutmada sarfedilen enerjinin %10-20'si geri kazanılmış olur. Vakum kurutmada, anilin deri üretimi için gerekli olan temiz ve düzgün bir yüzey elde edilir. Isı sarfiyatı yönünden diğer kurutma metotlarına göre daha ekonomiktir. Vakum kurutma üzerine yapılan incelemelerde aşağıdaki kurallar belirlenmiştir;

- Deri kalınlığı ne kadar az veya sıcaklık ve deri üzerine uygulanan basınç ne kadar fazla ise aynı vakum şartlarında daha fazla su uzaklaştırılmaktadır.
- Yüzey büzüşmesi (çekmesi), sıcaklık ne kadar yüksekse ve deriye uygulanan basınç ne kadar düşükse o kadar fazla olmaktadır.
- Deri ne kadar yumuşaksa ve deri üzerine uygulanan basınç ne kadar fazla ise o oranda deri kalınlığında azalma meydana gelmektedir. Sıcaklığın çok yüksek olması da kalınlığın azalmasına neden olmaktadır.
- Kurutma sırasında sıcaklık ve basınç ne kadar yüksekse, deri o derece sert ve boş tutumlu olur. Sıcaklık ve basınç ne kadar düşükse deri o derece yumuşak ve dolgun olur (Toptaş, 1993).

Yaş deriler hava geçirmeyen bir vakum alanıyla çevrili sıcak plaka üzerine yatırılırlar. Su 100 mm Hg vakumda en fazla 10 dakika içinde buharlaşır. Havanın taşıyıcı etkisinin yokluğunda su kızgın buhar formunda uzaklaştırılır. Kurutma sırasında deriye aşırı ısı verilmesi derinin lif yapısının çok sıkı olmasına yol açar. Bu nedenle vakum kurutma genellikle su miktarı %25 civarına düştüğünde sonlandırılır (Heidemann, 1993).

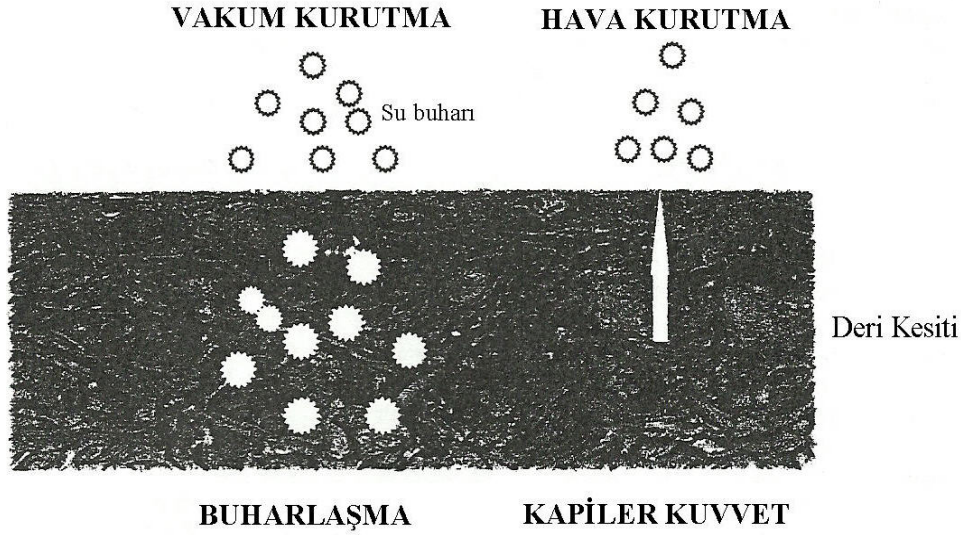
Derilerin kurutulmasında en gelişmiş kurutma tekniği vakum kurutmadır. Vakumda kurutmanın şu üstünlükleri olduğu görülmektedir:

- Kurutma alt plakaya yapıştırılmış deride ısı iletimi yoluyla hızlı olmaktadır.

- Yaratılan vakum deri içinde bulunan serbest suyun kaynama noktasını 38 °C dolayına düşürdüğü için kurutma daha da hızlanmaktadır.
- Deri yaş vaziyette metal ve keçe plakalar arasına serildiği için gerili durumda kuruduğundan havada kurutmaya nazaran %5–10 alan kazancı olmaktadır.
- Kurutma gerili durumda ve baskı altında olduğundan daha ince ve oldukça düz ciltli deri meydana gelmektedir.
- Kurutma düşük sıcaklıkta olduğundan kuruma sırasında çok az kimyasal değişiklik meydana gelmekte ve özellikle bitkisel derilerde sertleşme meydana gelmemektedir.
- Sıcaklık deriye ısı iletimi ile ulaştığından ve kuruma çok kısa sürede olduğundan sepileme maddelerinin ve yağların yüzeye göç etmesi problemi ortaya çıkmamaktadır.
- Kurutma şartları hep aynı olduğundan ve atmosfer şartlarına bağlı olmadığından kurutma deriden deriye ve partiden partiye değişiklik göstermemektedir (Yakalı ve Dikmelik, 1994).

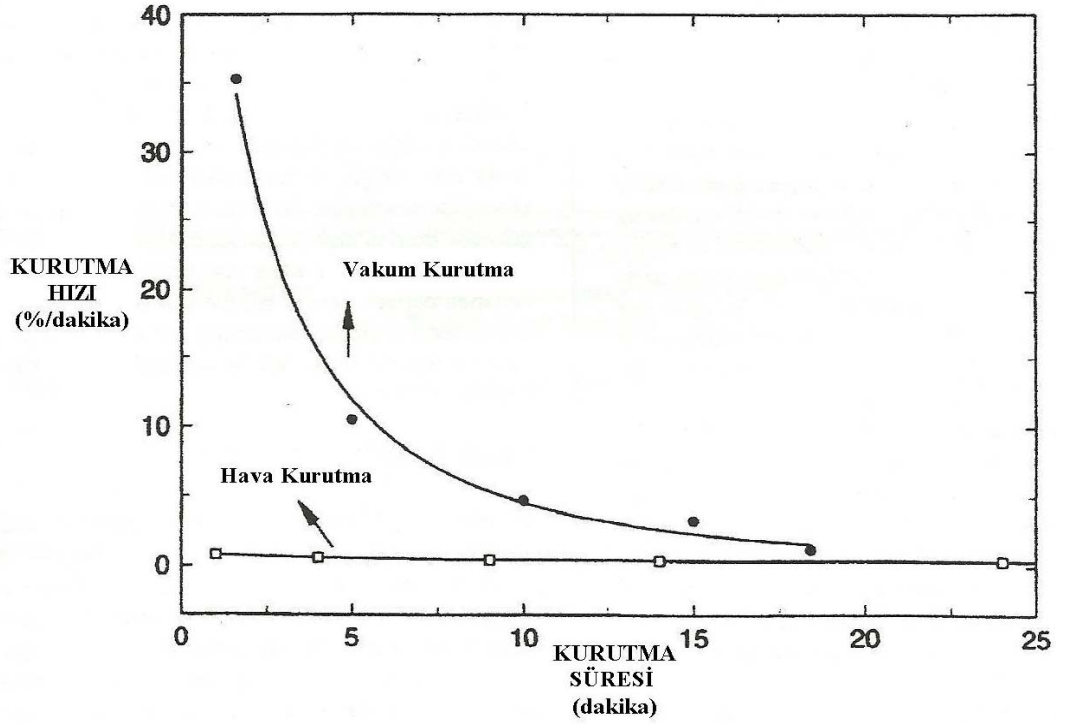
Geleneksel hava akımında kurutma ile karşılaştırıldığında vakum kurutma daha hızlıdır. Deriler yüksek vakum altında birkaç dakikada kurutulurlar. Basınç 200 Torr'dan daha aşağıya düşmüştür, dolayısıyla suyun kaynama noktası şiddetli bir şekilde düşer. Böylece derideki su buharlaşır ve birkaç dakikada sıcak buhar olarak atılır (Liu and Dimaio, 2000).

Liu and Dimaio (2001), vakum kurutma ile hava akımında kurutma arasındaki mekanizma farkının Şekil 2.2'deki gibi olduğunu belirtmektedir.



Şekil 2.2. Vakum kurutma ile hava akımında kurutma arasındaki mekanizma farkı (Liu and Diamio, 2001).

Şekil 2.3’de vakum kurutma hızının başlangıçta düşmeye başladığı gösterilmektedir. Vakum kurutma işlemi hızlı bir kurutma işlemidir. Sabit hız dönemi atlanarak direkt olarak azalan hız dönemine gidilir. Normal hava akımında kurutmada, deri kuru havaya maruz kalmaktadır ve su yüzeyden buharlaşmaktadır ve kapiler kuvvet ile sürekli olarak iç taraftan dış tarafa doğru suyun migrasyonu gerçekleşmektedir. Hava akımında kurutmanın tipik eğrisi de Şekil 2.3’de gösterilmiştir. Kurutma hızı oldukça düşüktür ve oldukça sabit bir şekilde ilerlemektedir (Liu et al., 2002a).



Şekil 2.3. Kurutma süresinin fonksiyonu olarak kurutma hızı (Liu et al., 2002).

Vakum kurutma metodu normal hava akımında kurutma yöntemine göre geniş ölçüde kullanılmasına rağmen bu kurutma metodu hakkında çok az literatür bulunmaktadır. Hangi değişkenlerin işlemi ve deri özelliklerini etkilediğini anlatan matematiksel bir model bulunmamaktadır. Böyle bir matematiksel model olmaksızın deri endüstrisindeki kurutma işlemleri büyük ölçüde deneme yanılma yolu ve geleneksel yollar baz alınarak yapılmaktadır (Skinsi et al., 1996).

2.3 Kurutma İşlemi Sonrası Deriye Yapılan Mekanik İşlemlerle İlgili Bilgiler

Patpat deriye yumuşaklık ve esneklik sağlayan mekanik bir işlemdir. Normal olarak yaş işlemlerden ve kurutma işleminden sonra gerçekleştirilir. Uygun yağlama işlemi ile kombine edildiğinde, patpat işlemi derinin son sıkılık ve yumuşaklık özelliklerine etkilidir. Patpat makinası çok sayıda parmak büyüklüğünde pimlere sahiptir ve titreme hareketi ile deriye vurarak konveyör bant boyunca deriyi hareket ettirir. Patpat işlemi süresince deri çok sayıda hızlı salınıma, her yöne doğru gerilme ve esnemeye maruz kalır. Kurutma işleminin derinin liflerini birleştirdiği bilinmektedir. Patpat işleminden gelen mekanik etki deri liflerindeki zayıf adhezyonu bozmak için gereklidir ve böylece deri liflerinin

hareket kabiliyeti sağlanmış olur. Patpat işleminin deriye etki eden mekanik stresi çok yüksek olursa ve eğer patpat işlemi aşırı olursa deriye etkisi olumsuz olmaktadır (Liu et al., 2002b).

Patpat işleminin deriye verdiği mekanik etki deri için çok önemlidir, eğer bu işlem aşırı bir şekilde yapılırsa derinin mukavemetini olumsuz yönde etkileyecektir (Alexander et al., 1993).

Patpat işlemi; kurumuş haldeki deriyi yumuşatmak, derinin kenar kısımlarını düzeltmek ve derideki kırışıklıkları gidermek için yapılan bir işlemdir. Günümüzde bu işlem jaw tipindeki makinalarda, niversal patpat makinalarında (Schdel tipi), silindir patpat makinalarında (Mercier tipi) veya vibrasyonlu patpat makinalarında (Molissa tipi) gerçekleştirilmektedir (John, 1996).

Vibrasyon patpat makinalarında deri, iki esnek nakil bandı arasında makinaya verilir, vibrasyonla iskefe etkisi yapan sistem arasından geçer. Bu sistem aralıklarla yerleştirilmiş metal çıkıntılardan meydana gelir. İskefe etkinliği, karşılıklı çıkıntılar birbirine yaklaştırılarak ayarlanabilir. Bant hızı 80–380 cm/dakika arasında değişebilmektedir. Makinanın verimi, derinin kalınlığına ve istenilen yumuşatma derecesine bağlıdır (Toptaş, 1993).

Yüksek kaliteli deri üretiminin sürekli olarak sağlanması için üreticinin deri üretim işlemlerindeki tüm mekanik işlemlerin etkilerini bilmesi çok önemlidir. Patpat derinin yumuşatılarak uygun karakteri elde etmesinde çok önemli bir işlemdir. Gözlemler patpattan geçiş sayısı arttıa çekme dayanımının ve yırtılma mukavemetinin arttığını göstermiştir. Yağlama işlemi yapılmadığında patpat deriyi sertleştirmektedir. Veriler göstermektedir ki, patpatın yumuşatma etkisi ancak yağ konsantrasyonunun belli bir seviyeyi aşması ile mümkündür. Alan ölçümlerinde patpattan geçiş sayısı ile alan korunumu arasında bariz bir bağlantı bulunamamıştır (Liu et al., 2002c).

Kurutulmuş derilerin yumuşatılmasında kullanılan diğer bir metot “Kuru Dolaplama”dır. Bu amaca yönelik olarak kullanılan dolapların eninin dar oluşu yani dik dolap olması iyi bir yumuşatma etkisi sağlar. Kuru dolaplama işleminde

işçilik maliyeti düşüktür ve diğer iskefe metotlarına göre daha etkili bir yumuşaklık sağlanabilmektedir. Kuru dolaplamamanın deri mukavemeti üzerine olumsuz etkisi yoktur, yüzey kaybı %3–6 arasındadır. İlk dört saatte yüzey azalması daha fazladır (Toptaş, 1993).

Kuru dolaplama işlemiyle çok sayıdaki deri eş zamanda kuru olarak kıvrılmış şekilde gerilerek ve sıkışarak dolabın dönüş yönüne göre şekillenerek çevrilirler. Kuru dolaplama işlemiyle yüzey alanı büyük ölçüde azalır ve cilt deseni kabalaşır ve açığa çıkar. Mekanik olarak derinin lif yapısının açılması için derideki etkin nem miktarının %20–26 civarında olması gerektiği saptanmıştır. Eğer su miktarı bu optimum seviyeden düşük olursa lif yapısı parçalanabilir ve cilt gevşeyebilir. Eğer nem miktarı yüksek olursa mekanik olarak yapılan yumuşatma ilerleyen kuruma aşamasında denge seviyesine ulaşıldığında kaybolur (Heidemann, 1993).

Patpat işleminden sonra derinin yumuşaklığının daha da artırılması için kuru dolaplama işlemi yapılır. Kuru dolaplama işlemi fiziksel olarak deriyi yumuşatma işlemidir. Deriler içine nem püskürtülen tahta takozların bulunduğu dolaplarda çevrilirler. İstenilen yumuşaklık; genellikle dolap hızının, sürenin ve dolap içindeki nemin dikkatli bir şekilde kontrol edilmesiyle elde edilebilir (Liu et al., 2011).

Kuru dolaplama, kondisyonlanmış derilerin dolapta 12-16 devir/dakika'da döndürülmesiyle yumuşatılması işlemidir. Genellikle süet ve yarma derilerde, yumuşak döşemelik, giysilik ve rustik yüzlük deriler için uygulanır. Yumuşatma etkisinin yanında özel cilt efekti de elde edilir. Ciltte çatlama olmaması için kuru haldeki derilerin aşırı şekilde dolaplanması kaçınılması gerekmektedir (John, 1996).

2.4 Kurutma İşleminin Derideki Alan Değişimine Etkisine İlişkin Bilgiler

Derinin yüzey alanı deri ticaretinin ana konusudur. Kurutma, germe, depolama koşulları ve kuru haldeyken ısınma deri yüzey alanını fazlasıyla etkiler (Heidemann, 1993).

Deri genel olarak yüzey alanı baz alınarak satılır. Bu yüzden alan verimini maksimuma çıkarmak ticari olarak amaçlanır. Bu amaç derinin kalitesini düşürmez (Manich et al., 2006).

Deri ağırlığa göre satın alınıp, yüzey alanına göre satıldığı için, deriyi üretim esnasında germek pratikte uygulanan bir işlemdir. Sıkma ve açkı gibi mekanik işlemlerde bir miktar alan kazanılabilmesine rağmen, ilerleyen aşamalarda bu durum kaybolabilmektedir. Daha kalıcı alan kazanımı gergi kurutma gibi derinin gerildiği kurutma işlemlerinde sağlanabilmektedir. Derinin çift eksenli olarak gerilmesiyle önemli derecede alan kazanımı sağlanabilir (Leather International, 2006).

Kurutma gerilmeksizin yapıldığında elastik deformasyon gevşek olur, derinin elastikiyeti önemli derecede artar ve buna bağlı olarak yüzey alanı azalır. İşlemler esnasında derinin yüzey alanı değişik yüzdelerde değişir, bu değişim %10'dan fazla dahi olabilmektedir (Bienkiewicz, 1983).

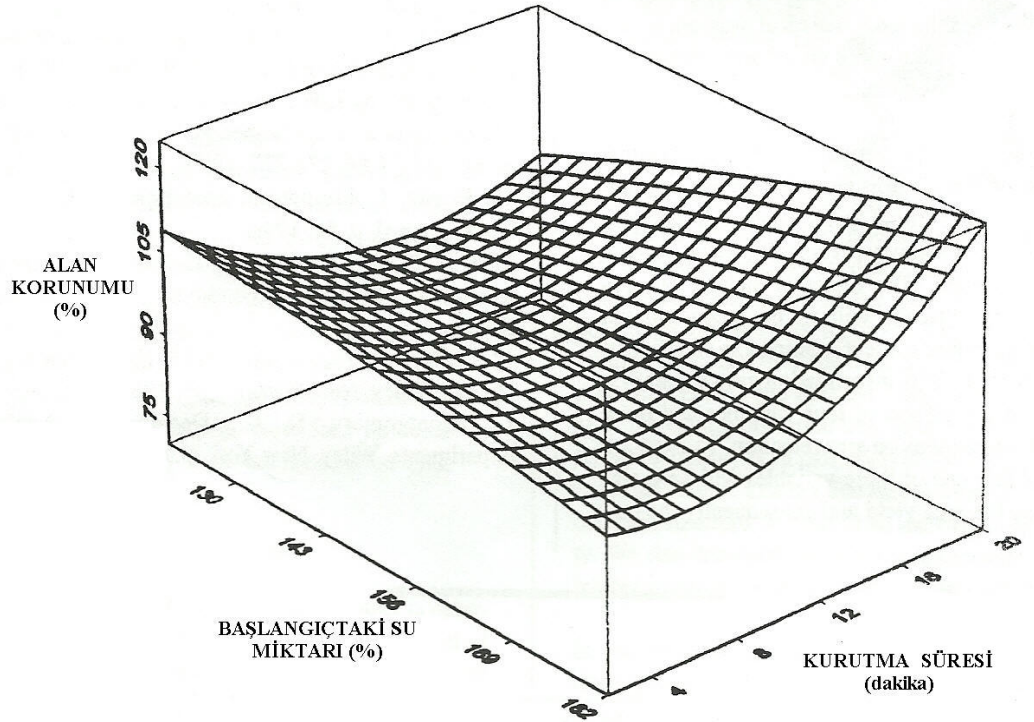
Deri kurutma işlemi ile ilgili en yaygın problem büzülmedir. Bu problem en fazla metal iyonlarıyla sepilenmiş deriler için geçerlidir, krom da buna dâhildir. Diğer birçok hidrofilik materyaller gibi, deri de kuruma esnasında büzülür. Büzülme ile alan verimi azalır. Suyun giderilmesinin ardından hidrofilik materyallerin büzülmesi bilinen bir olaydır. Suyun giderilmesi sırasında, su ile dolu olan boşluklar iç basıncın etkisiyle yavaşça sıkıştırılarak azalır. Böylece materyal büzülür (Liu and Dimaio, 2000).

Heidemann ve Renteria (1983), yüksek kurutma sıcaklığının, gerilmeye yüksek oranda artmaya yol açtığını sonuç olarak deride daha fazla büzülmenin meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Alan korunumu deri üreticisi için çok önemli bir konudur. Çünkü, her bir derinin fiyatı yüzey alan ölçümü ile belirlenir. Araştırmalar göstermektedir ki alan korunumu başlangıçtaki su miktarının veya yağ konsantrasyonunun artması ile sürekli bir şekilde artmaktadır. Bu iki faktörün birlikte artması ile bu eğilim yavaşça tersine dönmektedir (Liu et al., 2002c).

Kurutmanın alan kaybına etkisi konusunda yapılan çalışmalar göstermektedir ki, derideki alan kaybı deride kalan su miktarı ile belirlenir. Kurumuş derinin mekanik etkiyle yumuşatılması deri mukavemetinde düşüşe neden olur. Bu deriye uygulanan mekanik kuvvetin derecesiyle orantılıdır (Alexander et al., 1993).

Alan korunumunun, başlangıçtaki su miktarının ve kurutma süresinin fonksiyonu olarak etkileşimini gösteren Şekil 2.4. incelendiğinde, derinin alan korunumunun genel olarak kurutma süresinin artmasıyla sürekli bir şekilde arttığı görülmektedir. Çünkü, uzun kurutma zamanı deride daha az su kalmasına sebep olarak yüksek alan korunumu sağlanır. Bu eğilim başlangıçtaki su miktarının belirli bir değere kadar azalmasıyla sürekli olarak tersine doğru döner. Bu durum kurutma zamanının artmasıyla daha çok açığa çıkar. Muhtemelen deri çok kuru kalır ve gergi kurutma esnasında uzama yeteneğini kaybeder böylece düşük alan korunumuna neden olur (Liu et al., 2002a).



Şekil 2.4. Başlangıçtaki su miktarının ve kurutma zamanının fonksiyonu olarak alan korunumu (Liu et al., 2002).

Kurutma deri işlentiindeki en önemli ve en pahalı işlemlerden biridir. Vakum kurutma ve yeni gergi kurutma makineleri iyi alan kazanımı ile istenilen deri özelliklerini sağlamaktadırlar (Thorstensen, 1993).

Alan verimini geliştirmek için sırasıyla vakum altında ve germe ile yapılan kurutma metotları araştırılmıştır. Vakum kurutma düşük sıcaklıkta hızlı bir kurutma imkânı sağlamaktadır. Bu ısıya hassas kromsuz deriler için avantaj oluşturmaktadır. Vakum kurutma ardından gerginin eklenmesiyle alan veriminde önemli derece artış sağlanmaktadır. Liu et al. (2011)'un alan kazanımı üzerine yaptıkları araştırmalarda gergi ile elde edilen alan korunumuna kondüsyonlamanın, patpatın ve kuru dolaplama işlemlerinin etkilerini incelemişlerdir. Gergi işleminin uygulanmasının alan korunumunu önemli derecede etkilediğini, kondüsyonlamanın ve patpatın alan korunumuna çok az bir etkisinin olduğunu, kuru dolaplamanın ise alan korunumunu önemli derecede düşürdüğü tespit etmişlerdir.

Gergi kurutma uygulanmadan yapılan vakum kurutmada iyi bir tokluk ve yumuşaklık elde edilmektedir. Fakat yüzey alanı verimi dikkate değer oranda olmamaktadır (Liu et al., 2004).

Vakum kurutmanın hemen ardından yapılan ölçümlerde tüm uygulama koşullarında deri yüzey alanında çok az bir değişim meydana gelmektedir. Kalan su miktarı ile alan korunması arasında bir korelasyon gözlenmektedir. Deride az su kalan vakum kurutma iyi boyutsal stabilite sağlamaktadır. Kurutma hızı kurutma değişkenlerinin bir fonksiyonu olarak kalan su miktarından hesaplanabilir. Geleneksel hava kurutmaya karşın, vakum kurutmanın sabit bir kurutma hızına sahip olmadığı, kurutmanın hızının zamanla azalmakta olduğu söylenebilir (Liu and Dimaio, 2000).

2.5 Kurutma Parametrelerinin Derinin Fiziksel Özelliklerine Etkisine İlişkin Bilgiler

Kaliteli deri üretmek için, kurutma metotlarının fiziksel özelliklere etkilerinin anlaşılması gereklidir. Deri üretiminde çok çeşitli kurutma metotları

kullanılmaktadır. Değişik kurutma metotlarıyla derinin fiziksel özellikleri hakkında yapılan karşılaştırmalı çalışmalar uygulanan kurutma metodunun derinin fiziksel özelliklerine ve özellikle yüzey alanı korunmasına önemli derecede etkili olduğunu göstermektedir. Gergi kurutma yüksek alan verimi sağlamaktadır. Fakat sert deri üretilmektedir ve buna paralel olarak zayıf kopma değerleri oluşmaktadır. Gergi olmaksızın yapılan vakum kurutma iyi tokluk ve yumuşaklık özellikleri sağlamaktadır (Liu et al., 2004).

Germe işleminin derinin sertlik ve mukavemet gibi kalite özelliklerine etkileri konusunda endişeler oluşmaktadır. Sertliğin artmasına ve cilt çatlama dayanımının azalmasına neden olmaktadır. Üretici kurutma esnasındaki germe işleminin derinin bu özelliklerine etkisinin farkında olmalıdır (Leather International, 2006).

Kurutma etkenlerinin derinin çekme dayanımı, yırtılma, tokluk gibi mekanik özelliklerine etkisi karmaşık bir yapıya sahiptir. Kurutma üzerine yapılan çalışmalarda yüksek vakum kurutma sıcaklıklarının ve yüksek kurutma süresinin yüksek çekme modülleri yani sert deri verdiği gözlemlenmiştir (Liu and Dimaio, 2000).

Derilerin kurutma profili dinamik mekanik özellikleri analiz edilerek araştırılmıştır. Kurutmanın değişik fazları, deride kalan nem miktarı açısından açıklanmıştır. Kurutma sıcaklığının deride sertleşmeye katkısı olmadığı, derideki sertleşmenin kalan su miktarı ile kontrol edildiği sonucuna varılmıştır (Jeyapaline, 2007)

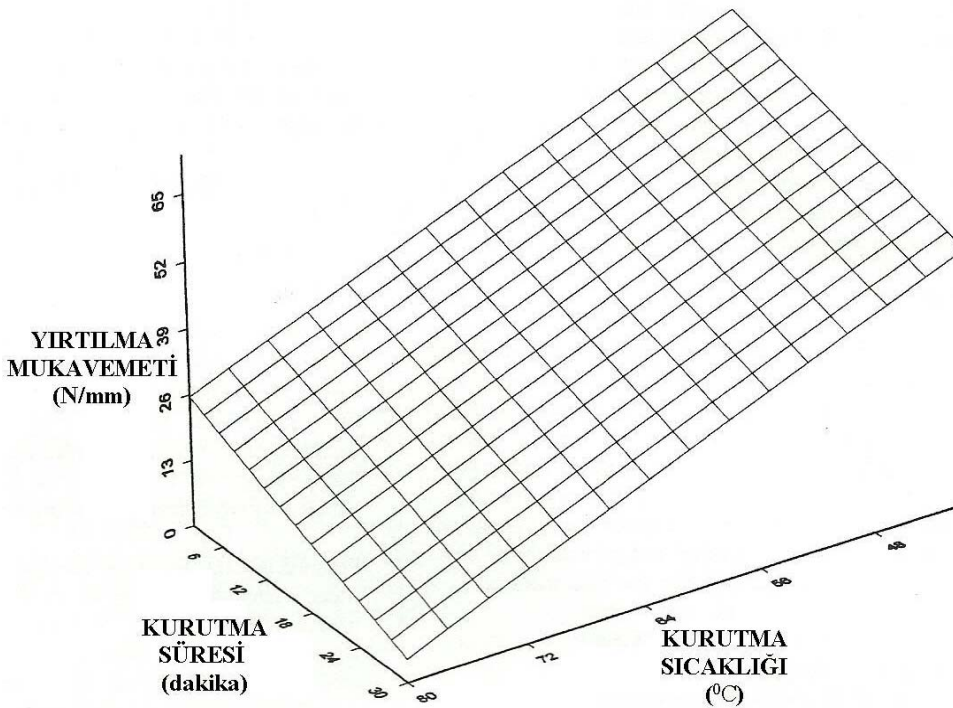
Dieckman (1968), yavaş kurutmanın yumuşak fakat zayıf deri verdiğini bildirmiştir.

Yakalı ve Dikmelik (1994)'e göre hızlı kurutmada derinin içindeki rutubet yeteri kadar dışarıya diffüze olamaz ve yüzey fazla kurur ve rutubetin içerde hapsolmesine yol açar. Fazla ısı altında yüzey sertleşir.

Alexander et al. (1996), deri kurutması hakkında buharla ısıtılan ticari kurutucuda yaptığı çalışmalarda kurutma sıcaklığının derinin yumuşaklığında ve mukavemet özelliklerinde gözle görülür bir etkisi olmadığını bildirmiştir.

Düşük kurutma sıcaklığı, kısa kurutma süresi, derinin başlangıçtaki su miktarının uygun seviyede olması sağlam ve yumuşak deri üretmek için gerekli koşullardır (Liu and Dimaio, 2001).

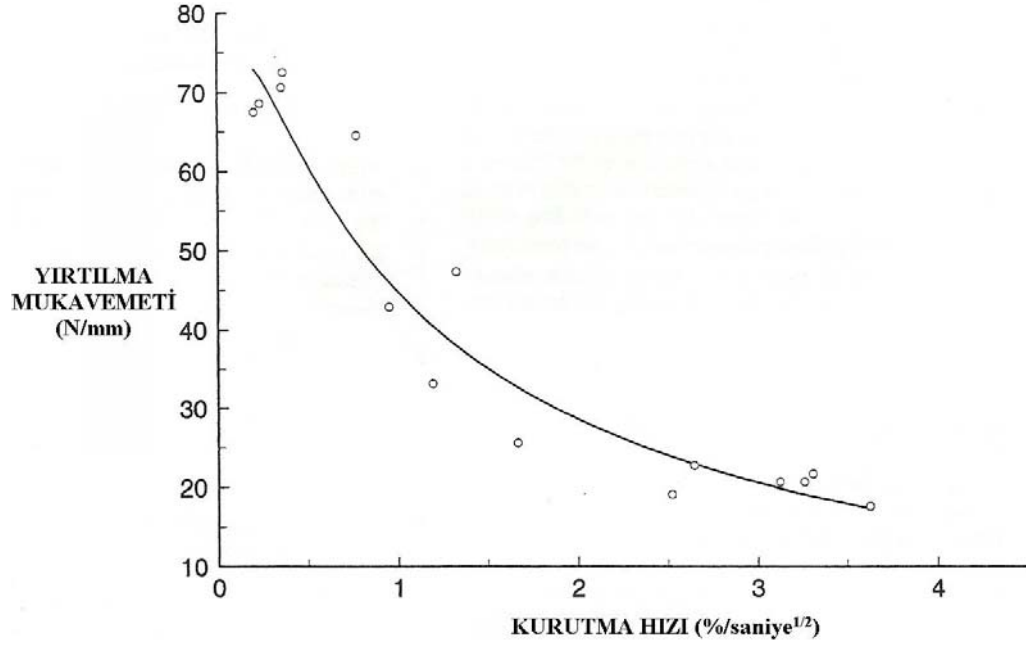
Kurutma zamanının ve sıcaklığın fonksiyonu olarak yırtılma mukavemetinin gösterildiği Şekil 2.5'te derinin yırtılma mukavemetinin sıcaklık yükseldikçe sürekli olarak azalmakta olduğu, uzun kurutma zamanının özellikle sıcaklık da yükseldikçe zayıf yırtılma mukavemeti verdiği görülmektedir (Liu and Dimaio, 2001).



Şekil 2.5. Kurutma zamanının ve sıcaklığın fonksiyonu olarak yırtılma mukavemeti (Liu and Dimaio, 2001).

Şekil 2.6'da gösterildiği gibi yırtılma mukavemeti kurutma hızıyla oldukça fazla ilişkilidir ve kurutma hızı yükseldikçe düşer. Bu ilişki, vakumla kurutulmuş derinin yırtılma mukavemetini derideki suyun ne kadar hızla uzaklaştırıldığının

yani kurutma hızının kontrol altına aldığını gösterir. Deri yüksek kurutma sıcaklığıyla vakumda kurutulduğunda, diğer bir ifadeyle yüksek kurutma hızında, düşük yırtılma mukavemeti ortaya çıkar (Liu and Dimaio, 2001).



Şekil 2.6. Yırtılma mukavemeti ve kurutma hızı arasındaki ilişki (Liu and Dimaio, 2001).

Uzun kurutma süresi çekme dayanımını önemli bir biçimde azaltmaktadır. Vakum kurutma işleminde, deri direkt olarak sıcak plaka ile temas etmektedir ve genellikle kollagenin ısı dayanımı çok düşüktür. Bu şekilde uzun bir kuruma süresi sadece deriyi büzmekle kalmayıp aynı zamanda kollagen liflerinin kırılğan ve sert olmasına sebebiyet verir. Böylece çekme dayanımı azalır (Liu et al., 2002a).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışmada, Bolu-Gerede Organize Deri Sanayi Bölgesinde bulunan ayakkabı yüzölçümü deri üretimi yapan bir firmadan temin edilmiş olan Azerbaycan menşeli 18 adet kanat wet-blue sığır derisi kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Araştırmada kullanılan deri materyallerin işlenmesi

Ayakkabı yüzölçümü olarak işlenecek olan kanat deriler işleme alınmadan önce 1.2-1.3 mm'ye tıraşlanmışlar ve daha sonra budama işlemine tabi tutulmuşlardır. Budama işlemi derilerin birbirine dolanmasını, derilerde işlenti esnasında ve ilerleyen mekanik işlemlerde araştırma konusu olan alan ölçümlerini hatalı duruma getirebilecek yırtılmaları engellemek amacıyla yapılmıştır. Budama işleminden sonra 18 adet kanat deri, rastgele olacak şekilde 1'den 18'e kadar numaralandırılmıştır.

Numaralandırma işlemi tamamlanan wet-blue kanat deriler tartılarak, deri işlem basamaklarında kullanılacak olan kimyasal maddelerin ve işlenti banyosunun miktarlarının belirlenmesine esas olacak ağırlıkları tespit edilmiştir.

Daha sonra, wet-blue kanat deriler Çizelge 3.1'deki standart ayakkabı yüzölçümü derisi işlentisine uygun bir reçete ile boyama, retenaj ve yağlama işlemine tabi tutulmuşlardır.

Çizelge 3.1. Araştırma materyali wet-blue kanat derilere uygulanan işlenti reçetesi.

İŞLEM	+	%	KİMYASAL	°C	SÜRE	pH ve AÇIKLAMALAR
YIKAMA:		200	Su	35		
		0,3	Yıkayıcı Yüzey Aktif Madde			
		0,3	Formik Asit		30	
Süz						
KROM RETENAJ:		100	Su	40		
		1	Siyah Boyar Madde		10	
	+	2	Glutaraldehit		30	
	+	4	%33 Bazisiteli Krom			
		4	Krom Sintan		60	
	+	2	Sodyum Formiat		45	Gece Beklet.
Sabah Süz-Yıka-Süz						
NÖTRALİZASYON:		100	Su	35		
		1,5	Amonyum Bikarbonat			
		1,5	Sodyum Bikarbonat		60	pH: 5,5 - 6,0
	+	2	Özel Yağ Karışımı			
	+	2	Akrilik Sintan		60	
Süz-Yıka-Süz						
BOYAMA - RETENAJ:		80	Su	30		
		4	Melamin İçerikli Sintan			
		5	Fenolik Sintan			
		3	Mimoza			
		2	Naftalin Sintan (Kesit Yard.)			
		2	Siyah Boyar Madde		60	Kesit Kontrol.
YAĞLAMA:	+	150	Su	60		Dolap İçi 55 °C
		5	Poliakrilik Yumuşatıcı			
		4	Su Itici Sentetik Yağ			
		4	Özel Yağ Karışımı			
		4	Fosfatlanmış Sentetik Yağ		60	
	+	1	Formik Asit		20	
	+	1	Formik Asit		30	pH:3,8
Süz.						
ÜST BOYAMA:		200	Su	50		
		1	Siyah Boyar Madde		10	
	+	1,5	Formik Asit		30	
Süz						
Soğuk su ile yıka						

Çizelge 3.1’de belirtilen yaş bitim işlemleri tamamlanan deriler 1 gece istiflenerek bekletildikten sonra; fiziksel olarak bağlı olan suyun uzaklaştırılması, deri yüzeyinin düzgünleştirilmesi ve açılması için BAUCE Stenpress marka MVC-4 Versus model açkı-sıkma makinası kullanılarak açkı-sıkma işlemine tabi tutulmuşlardır (Şekil 3.2).



Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan açkı-sıkma makinesi.

3.2.2 Ayakkabı yüzçük derilere uygulanan kurutma yöntemleri

Açkı-sıkma işlemi tamamlanan 18 adet kanat ayakkabı yüzçük deri farklı kurutma metotlarının uygulanması için rastgele 3'erli gruplara ayrılmışlardır. Derilere uygulanacak kurutma metotları ve ilgili kurutma metodunun uygulanacağı derilerin numaraları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Derilere uygulanacak kurutma metotları.

Uygulanacak Kurutma Metodu	Deri No
Askı kurutma	6-8-10
Yaş gergi kurutma	1-4-13
Vakum kurutma, 50 °C, 50 saniye	14-15-17
Vakum kurutma, 50 °C, 100 saniye	5-7-16
Vakum kurutma, 50 °C, 200 saniye	2-9-18
Vakum kurutma, 50 °C, 400 saniye	3-11-12

3.2.2.1 Askı kurutma

Araştırmada kullanılan 6, 8 ve 10 numaralı derilere askı kurutma işlemi uygulanmıştır. Askı kurutma işleminde, deriler askı kurutma ünitesinin çubuklarına asılmışlar ve işletme içerisinde dolaşarak derinin çevresindeki doğal hava geçişiyle ve kurutma ünitesinin son kısmında yer alan kapalı kurutma kabininden geçerek kurutulmuşlardır. Araştırmada kullanılan askı kurutma ünitesinin hızı 2 metre/dakika olup, toplam uzunluğu 600 metredir.



Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan askı kurutma ünitesi.

Askı kurutma ünitesinin son kısmında yer alan kapalı kurutma kabininin uzunluğu ise 40 metre olup, kabin sıcaklığı 70°C'ye ayarlanmıştır.



Şekil 3.3. Kurutma kabinine deri girişi.

Derilerin nem miktarı %12 seviyesine geldiğinde kurutma işlemi tamamlanmıştır.

3.2.2.2 Yaş gergi kurutma

Araştırma materyali derilerden 1, 4 ve 13 numaralı deriler yaş gergi kurutma işlemine alınmıştır. Bu yöntemde; deriler yaş halde delikli metal tablalara metal mandallar yardımı ile sabitlenmişler ve yaş gergi ünitesinin kurutma kabinine yollanmışlardır. Araştırmada kurutma kabini sıcaklığı 60 °C'ye ayarlanmıştır. Bu sıcaklık derilerin hızlı ve zarar görmeyecek şekilde kurutulması için kullanılan standart bir sıcaklıktır. Kurutma işlemi derilerin nem seviyesi %12'ye gelinceye kadar yaklaşık 4 saat sürmüştür.



Şekil 3.4. Yaş gergi kurutma işlemi.

3.2.2.3 Vakum kurutma

Araştırmada kullandığımız derilerin kalınlığı baz alındığında 50 °C en çok kullanılan ve en ideal kurutma sıcaklığı olarak karşımıza çıktığı için ayakkabı yüzlük derilerinin üretiminde en çok kullanılan metot olan vakum kurutma metodu 50 °C’de KORONA TANK marka vakum kurutma makinası kullanılarak uygulanmıştır. Vakum kurutmadaki en önemli parametrelerden birisi de vakum kurutmanın uygulama süresidir. Farklı kurutma metotları yanında, vakum kurutmadaki farklı kurutma sürelerinin de alan kazanımına ve derilerin fiziksel özelliklerine etkilerinin gözlemlenebilmesi için 4 farklı kurutma süresi belirlenerek, araştırma materyali derilerden 14, 15 ve 17 numaralı derilere 50 saniye; 5, 7 ve 16 numaralı derilere 100 saniye; 2, 9 ve 18 numaralı derilere 200 saniye; 3, 11 ve 12 numaralı derilere ise 400 saniye vakum kurutma işlemi uygulanmıştır.



Şekil 3.5. Araştırmada kullanılan vakum kurutma ünitesi.

Vakum kurutma normal olarak uygulandığında deriyi tam olarak kurutarak istenilen nem seviyesine ve dolayısıyla kullanılabilir forma getirmediği için vakum kurutmaya tabi tutulan derilerin nem seviyesi %12'ye gelinceye kadar askı kurutma işlemine alınmışlardır.

3.2.3 Ayakkabı yüzlük derilere uygulanan kurutma sonrası işlemler

3.2.3.1 Patpat işlemi

Kurutma işlemi tamamlanan deriler sert haldedir, yüzeyleri düzgün halde değildir ve kenar kısımlarında kırışıklıklar mevcuttur. Bu yüzden; askı kurutma, yaş gergi kurutma ve 4 farklı sürede yapılan vakum kurutma işlemleri tamamlanan 18 adet kanat derinin yumuşatılması ve düzeltilmesi için Cartigliano marka PAL 3H 3200 Auto model patpat makinesi kullanılarak patpat işlemi yapılmıştır. Böylece deriler ilk defa ayakkabılık yüzlük derisi olarak kullanılabilir bir konuma gelmişlerdir. Ayakkabı yüzlük deri üretiminde patpat işlemi kurutma işleminden sonra uygulanan bir işlemdir. Araştırmada kullanılan patpat makinasının deriye etki ettiği güç 6-6-6 şeklindedir. 6-6-6 rakamları sırasıyla patpatın 3 kafasının deriye vurma gücünü ifade etmektedir.



Şekil 3.6. Araştırmada kullanılan 3 kafalı patpat makinesi.

3.2.3.2 Kuru dolaplama işlemi

Kuru dolaplama işlemi derinin yumuşaklığını, tutumunu geliştirdiği ve cilt desenini ortaya çıkardığı için yumuşak olarak üretilecek ayakkabı yüzlük derilerinde uygulanmaktadır. Özellikle cilt baskı yapılarak çeşitli cilt desenleri elde edilen derilerde, bu cilt deseninin istenilen duruma getirilmesi için de uygulanmaktadır. Araştırma materyali derilere patpat işleminden sonra 3 saat kuru dolaplama işlemi uygulanmıştır.

3.2.4 Araştırma materyali derilere uygulanan alan ölçüm işlemleri

GER Soft marka yüzey alanı ölçüm makinasında yüzey alanı ölçümüne verilen deriler silindir yardımıyla sabit tutulu bir şekilde misinalardan oluşan bant üzerinde ilerlemekte iken elektronik bir göz yardımıyla derilerin yüzey alanı ölçümü yapılmaktadır. Bilgisayar ekranında görülen ölçüm sonucu eş zamanlı olarak yazıcıdan çıktı olarak da alınabilmektedir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Yüzey alanı ölçümlerinin yapıldığı desi makinesi.

Araştırma materyali derilerin kurutma ve kurutma sonrası mekanik işlemler ile yüzey alanında meydana gelen değişimlerin belirlenebilmesi amacıyla numaralandırma işlemi tamamlanan wet-blue kanat derilerin her birinin yüzey alanı GER Soft marka desi makinesi ile tek tek ölçülmüştür.

Derilerin ilk yüzey alanı ölçümleri wet-blue halindeyken işlenti öncesinde ölçülmüştü. Aynı işlenti reçetesi uygulanan derilere farklı kurutma uygulamaları ve ardından patpat işlemi uygulanarak deriler ayakkabılık yüzçük derisi olarak kullanılabilir hale getirildikten sonra, farklı kurutma metotlarının derinin alan kazanımına etkisinin belirlenmesi için derilerin yüzey alanı ölçümü ikinci kez yapılmıştır.

Kuru dolaplama işlemi ile derilerin kullanılabilirlik özellikleri iyileştirilmeye çalışılır. Fakat bu aynı zamanda derinin yüzey alanında azalmaya neden olabilmektedir. Kuru dolaplama işlemi ardından patpat işleminin yapılması ile derinin kuru dolaplama işlemi ile elde ettiği yumuşaklık ve tutum gibi özelliklere negatif bir etki olmaksızın yüzey alanının artırılabilmesi sağlanmaktadır. Bu yüzden derilere ikinci bir patpat işlemi ve ardından tekrar bir

yüzey alanı ölçme işlemi uygulanmıştır. Böylece kuru dolaplama işleminden sonra yapılan patpat işleminin derilerin yüzey alanlarına etkisi görülebilecektir. Son patpat işlemi ile değişik metotlarla kurutulmuş tüm deriler ayakkabılık yüzlük derisi olarak kullanılmak için ideal bir konuma gelmişlerdir. Bu yüzden yapılan son yüzey alanı ölçümü derilerin nihai yüzey alanları olarak belirlenmiştir. Böylece derilerin wet-blue halindeyken ölçülen yüzey alanlarıyla karşılaştırılarak değişik kurutma metotlarının yüzey alanlarına etkisi görülebilecektir. Ayrıca deriler kullanılabilir bu ideal hallerindeyken fiziksel testlere maruz bırakılmıştır.

3.2.5 Mamul derilere uygulanan fiziksel testler

Tüm deri örneklerinden TS EN ISO 2418 (2006)'e göre deri numune örnekleri alınmıştır. Deri örneklerinin fiziksel özellikleri içerisinde bulundukları ortamın nispi rutubetinden ve sıcaklığından etkilendiğinden, örneklerin standardize olacak şekilde kondisyonlanması gereklidir. Bu nedenle test örnekleri, TS EN ISO 2419 (2006)'a göre, fiziksel testlere başlamadan 48 saat önce $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, $\% 50 \pm 5$ bağıl neme sahip standart bir atmosferde tutulmuşlardır.

3.2.5.1 Kalınlık tayini

Fiziksel testlerde esas alınan deri kalınlıklarının tayini TS 4117 EN ISO 2589 (2006)'a göre yapılmıştır. Kondisyonlanan derilerin kalınlıkları 0.001 mm hassasiyete sahip Satra-Thickness gauge özel deri kumpası kullanılarak belirlenmiştir. Deri, cilt yüzü yukarı gelecek şekilde aletin çeneleri arasına yerleştirilmiş ve yük yavaşça uygulandıktan sonra 5 saniye içerisinde değer okunmuştur. Ölçümler; baskı ayağı, numune ve örs yatay konumda iken yapılmıştır.

3.2.5.2 Çekme mukavemeti ve uzama yüzdesinin tayini

TS EN ISO 3376 (2012) standardının temel ilkesi, kondisyonlanmış bir test örneğinin bir dayanım ölçer test aletinde kopuncaya kadar çekilmesi ve belli bir değere ulaşıncaya veya kopuncaya kadar çekilerek uzanımın tayin edilmesidir.

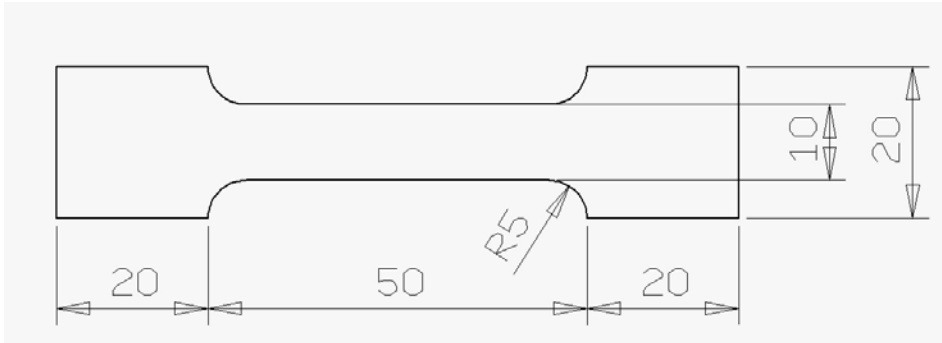
TS EN ISO 2418 (2006)'e uygun olarak ve kesme kalıbı derinin sırtçalı

tarafına uygulanarak 18 kanat derinin her birinden altışar adet deney numunesi kesilmiştir. Deney numunelerinin üç adedi derinin sırt çizgisi doğrultusunda yani sırt çizgisine paralel, üç adedi de sırt çizgisine dik doğrultuda olacak şekilde alınmıştır.

Test örneğinin kalınlığı üç farklı yerden ölçülmüş ve deri kalınlığı elde edilen üç kalınlık değerinin aritmetik ortalamasının alınması suretiyle hesaplanmıştır. Genişlik ve kalınlık değerleri çarpılarak deri parçasının kesit alanı bulunmuştur.

Daha sonra deri test örneği (Şekil 3.8) Shimadzu AG-IS çekme cihazının çeneleri arasına sıkıştırılmıştır. Aletin çenelerinin ayrılma hızı 100 ± 20 mm/dakika olarak ayarlanmıştır. Test cihazı, deney parçası kopuncaya kadar çalıştırılmış ve ölçülen en yüksek çekme kuvveti N olarak, çekme mukavemeti de en yüksek çekme kuvvetinin örnek kesit alanına bölünmesiyle N/mm^2 olarak kaydedilmiştir.

Deri deney parçası cihazın çenelerine tutturulmuştur. Çeneler arasındaki mesafe 0.5 mm yaklaşımla ölçülmüş ve mesafe, deney parçasının başlangıç uzunluğu L_0 olarak kaydedilmiştir. Cihaz çalıştırılmıştır. Kuvvet belirli bir değere ilk ulaştığı anda çeneler arasındaki veya algılayıcılar arasındaki mesafe kaydedilmiştir. Bu mesafe L_1 , deney parçasının belirlenen kuvvetteki uzunluğu olarak kaydedilmiştir. $\%Uzama = [(L_1 - L_0) \times 100] / L_0$



Şekil 3.8. Çekme mukavemeti ve uzama yüzdesinin tayininde kullanılan deri örneğinin şekli.

3.2.5.3 Yırılma yükü tayini (tek kenar yırtığı)

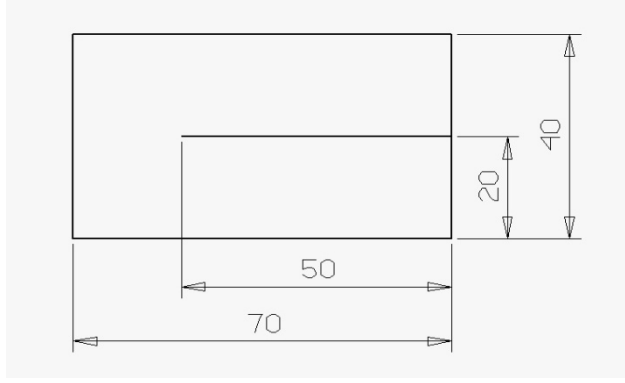
TS EN ISO 3377-1 (2012)'e göre, kısa kenarlardan bir tanesi kesilerek çentik açılmış bir deney parçası (Şekil 3.9), çentiğin sonunda bir yırtık oluşuncaya kadar çekme işlemine tabi tutulur. Deney parçasının yırtılması sırasında uygulanan kuvvet kaydedilir.

Deri numune alma işlemi TS EN ISO 2418 (2006)'e göre 18 adet kanat derinin her birinden altışar adet deney numunesi kesilerek yapılmıştır. Kesilen parçalardan üç tanesinin uzun kenarı derinin sırt çizgisi doğrultusuna paralel olacak şekilde ve diğer üç tanesi de uzun kenar sırt çizgisine dik doğrultuda olacak şekilde alınmıştır. Deney numuneleri TS EN ISO 2419 (2006)'a uygun olarak şartlandırılmıştır. Deney parçalarının kalınlıkları TS 4117 EN ISO 2589 (2006)'a uygun olarak ölçülmüştür.

Shimadzu AG-IS çekme cihazının çeneleri arasındaki mesafe 50 mm olacak şekilde ayarlanmıştır. Deney parçasının bir bacağının 20 mm'lik kısmı çekme cihazının alt çenesine tutturulmuştur. Diğer bacak 180° katlanarak benzer şekilde üst çeneye tutturulmuştur.

Uygulanan kuvvetin aritmetik ortalamasının tayini için piklerden oluşan grafik, ilk pikin başlangıcından son pikin bitimine kadar dört eşit parçaya bölünmüştür. İlk ve son parçalar ortalama değer hesabında kullanılmamıştır. Diğer iki kısmın her birinden ikişer tane en yüksek ve ikişer tane en düşük yükseklikte pik seçilmiştir. Hesaplama için uygun bir pik, kuvvette %10'luk artma ve azalma ile karakterize edilmiştir.

Her bir deney parçasının yırtılma yükü, elde edilen pik değerlerinden aritmetik ortalama esas alınarak Newton cinsinden hesaplanmıştır. Kalınlıkları da yanlarında belirtilmiştir. Elektronik hesaplamalar için piklerin her biri ayrı ayrı analiz edilmiştir. Elektronik hesaplama ile elde edilen sonuçlar, manuel metotla elde edilen sonuçlardan farklı olabilmektedir.

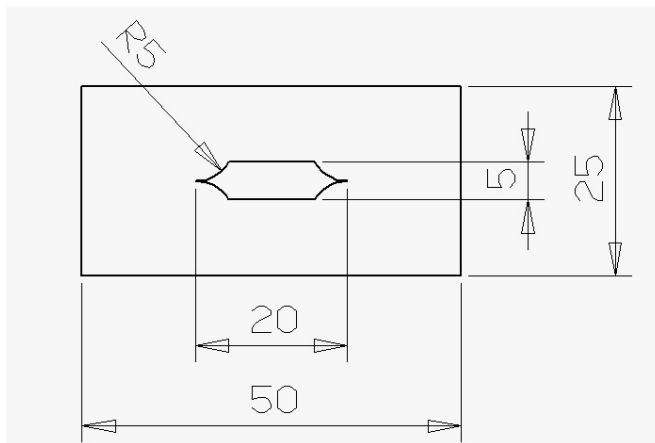


Şekil 3.9. Tek kenar yırtılma yükü tayininde kullanılan deri örneğinin şekli.

3.2.5.4 Yırtılma yükü tayini (çift kenar yırtığı)

Üzerinde belirli bir şekle sahip deliği bulunan dikdörtgen şeklindeki deney parçası, bir çekme cihazının tutucu çenelerine sabitlenmiş uçları yukarı doğru kıvrılmış bir çift tutucu üzerine yerleştirilir. Deney parçasının yırtılması için uygulanan en yüksek kuvvet kaydedilir.

TS 4118-2 EN ISO 3377-2 (2005)'ye göre üzerinde özel biçimde bir yarık bulunan 50 x 25 mm boyutlarındaki test örnekleri (Şekil 3.10) mukavemet ölçme aletinin çeneleri arasına takılmıştır. Shimadzu AG-IS çekme cihazında test örneği yırtılıp kopuncaya kadar cihaz çalıştırılmış ve yırtılma sırasında en büyük kuvvet N olarak kaydedilmiştir. Kalınlıkları da yanlarında belirtilmiştir.



Şekil 3.10. Çift kenar yırtılma dayanımı tayininde kullanılan deri örneğinin şekli.

3.2.5.5 Dikiş yırtılma dayanımı tayini

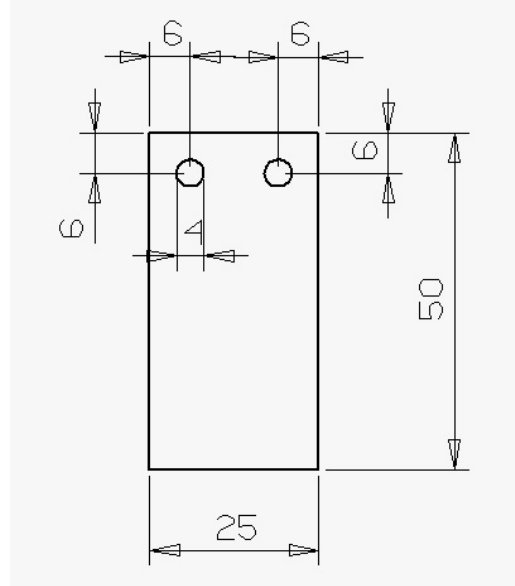
Bu test için 50 x 25 mm boyutlarında, üzerinde yırtılmayı etkileyecek fiziksel bir özür bulunmayan deney numuneleri kullanılmıştır. Deney numunesi Şekil 3.11’de gösterilen şekil ve boyutlarda hazırlanmıştır. Tayin, Shimadzu AG-IS çekme cihazında yapılmıştır.

TS EN ISO 23910 (2013)’e göre, 1.0 ± 0.025 mm çapındaki yumuşak metal tel U şeklinde kıvrılarak iki delikten uçları hazırlanan deney numunesinin et yüzünde birleşecek şekilde geçirilmiştir. Telin uçları deney cihazının çenesine takılarak sıkıştırılmıştır. Cihaz, çeneler birbirinden dakikada 25 ± 5 cm uzaklaşacak şekilde ayarlanarak çalıştırılmıştır. Deney numunesi üzerinde ilk yırtılma görüldüğü anda bunu sağlayan kuvvet göstergeden okunmuş ve kaydedilmiştir. Analiz formülü de aşağıdaki gibidir.

F = Yırtılma Kuvveti (N)

T = Deney Numunesinin Kalınlığı (mm)

Çift Delik Yırtılma Dayanımı = F/T (N/mm)



Şekil 3.11. Dikiş yırtılma dayanımı tayininde kullanılan deri örneğinin şekli.

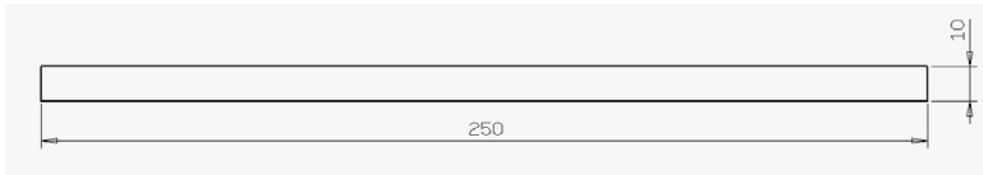
3.2.5.6 Kalıcı uzama tayini

Deney numunesi TS EN ISO 2418 (2006)'e göre (250 x 10 mm) boyutlarındaki kesim bıçağı derinin sırcalı tarafına uygulanarak 18 kanat derinin her birinden altışar adet test örneği kesilmiştir (Şekil 3.12). Bu test örneklerinin üçü bıçağın uzun tarafının sırt çizgisine dik, diğer üçü de bıçağın uzun tarafının sırt çizgisine paralel olduğu durumda alınmıştır.

TS EN ISO 17236 (2009)'ya göre, örneklerin kısa kenarlarından 35 ± 5 mm uzaklıkta o kısa kenara paralel birer çizgi çekilmiştir ve cetvelle iki çizgi arasındaki uzaklık L_0 en yakın 1 mm'ye yuvarlanarak ölçülmüştür. Shimadzu AG-IS çekme cihazında, cihazın çeneleri 200 mm açılmıştır ve örneğin kısa kenarları çenelerin kenarına paralel olacak ve her çene de örneğin 25 mm'sini sıkıca tutacak şekilde örnek yerleştirilmiştir. Test cihazı, yük 20.0 ± 0.5 N' a varana kadar çalıştırılmıştır. Bu yüke varılır varılmaz cihaz çeneleri o andaki pozisyonda 10 ± 1 saniye boyunca durdurulmuştur. Daha sonra cihaz çeneleri mümkün olduğunca hızlı bir şekilde başlangıç pozisyonuna döndürülmüştür. Örnek beş kere aynı germe işlemine tabi tutulmuştur.

Örnek, en son kez yüke tabi tutulduktan hemen sonra test makinesinden çıkartılmıştır. Kronometre başlatılmış ve ilk başta belirtilen çizgiler en üste gelecek şekilde örnek düz bir yere yatırılmıştır. Örnek makineden alındıktan 60 ± 5 saniye sonra çizgiler arasındaki uzaklık L_1 en yakın 1 mm'ye yuvarlanarak ölçülmüştür.

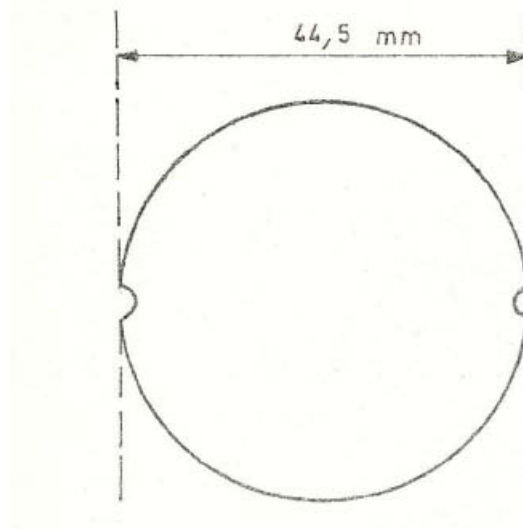
$$E_s = [(L_1 - L_0) \times 100] / L_0$$



Şekil 3.12. Kalıcı uzama tayininde kullanılan deri örneğinin şekli.

3.2.5.7 Sırça dayanımı ve gerilebilirlik tayini

TS 4131 (1985)'de belirtildiği gibi daire şeklinde kesilmiş deney numunesi (Şekil 3.13), SATRA tarafından üretilmiş olan Lastometre test cihazına sırça yüzü yukarı gelecek şekilde yerleştirilmiş ve özel bilezik yardımıyla sıkıştırılmıştır. Cihazın kolu 0.2 mm/sn hızla çevrilirken sırça yüzünde çatlama olduğu andaki uygulanan kuvvet ve uzama değerleri kaydedilmiştir. Ardından; zaman kaybetmeksizin tayine devam edilmiş ve sırçada patlama olduğu andaki uygulanan kuvvet ve uzama değerleri tespit edilmiştir.



Şekil 3.13. Sırça dayanımı ve gerilebilirlik testinde kullanılan deri örneğinin şekli.

3.2.5.8 Görünür yoğunluk tayini

Disk şeklindeki deri numunesinin çap ve kalınlığı ölçülerek hacminin hesaplanması ve ölçülen kütlenin hacme bölünmesi ile deri örneğinin görünür yoğunluğu hesaplanmıştır.

$$\text{Görünür Yoğunluk (g/cm}^3\text{)} = \text{Örnek Ağırlığı (g)} / \text{Örnek Hacmi (cm}^3\text{)}$$

Kalınlık ölçümü TS 4117 EN ISO 2589 (2006)'da belirtilen şekilde yapılmıştır. Bunun için TS 4121 EN ISO 2420 (2005)'de belirtildiği gibi daire şeklindeki deney numunesinin merkezinden bir ölçü alınmıştır. Daha sonra köşeleri bu merkezden yaklaşık 20 mm uzaklıklarda bulunan bir eşkenar üçgenin üç köşesinden de birer kalınlık ölçümü yapılmış ve bulunan bu dört değerin

aritmetik ortalaması alınmıştır. Disk şeklindeki deney parçasının çapı birbirini kesen iki eksen üzerinde ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır. Hacmin hesaplanması için deney numunesi tam bir silindir gibi kabul edilmiştir. Derinin kalınlığı bu silindirin yüksekliği olarak alınmış ve taban alanı ile çarpılarak hacim hesaplanmıştır. Deney parçasının kütlesi 0,001 g duyarlılıkla ölçülmüştür.

3.2.5.9 Su buharı geçirgenliği tayini

Su buharı geçirgenliği tayini için TS EN ISO 14268 (2014) standardında belirtilen ilkeler izlenmiştir. Buna göre deri numunesi TS EN ISO 2418 (2006)'a uygun olarak ve kesme kalıbı derinin sırtı tarafına uygulanarak kabın kapağını iyice kapamaya ve test bitiminde kolayca açmaya izin verecek şekilde 3 adet dairesel test parçası kesilmiştir. Kesilen her test parçasına 180 numara zımpara kâğıdı el ile 10 kere farklı yönlerde sürtülmüştür. Test parçaları yarısı taze silika jel ile doldurulmuş test kaplarına yerleştirilerek testin yapılacağı cihazda 24 saat döndürülerek kondisyonlanmıştır (Şekil 3.14). Test parçaları bu test kaplarından çıkarılarak hızlı bir şekilde testin yapılacağı, yarısı taze hazırlanmış silika jel ile dolu olan test kaplarına yerleştirilmiştir. Test kapları ağırlığı 0,001g hassasiyetli terazi ile yine hızlı bir şekilde ölçülmüştür ve test cihazına yerleştirilmiştir. Test cihazı tam 960 dakika sonunda durdurulmuştur ve hızlı bir şekilde test kaplarının ağırlığı yeniden ölçülmüştür.

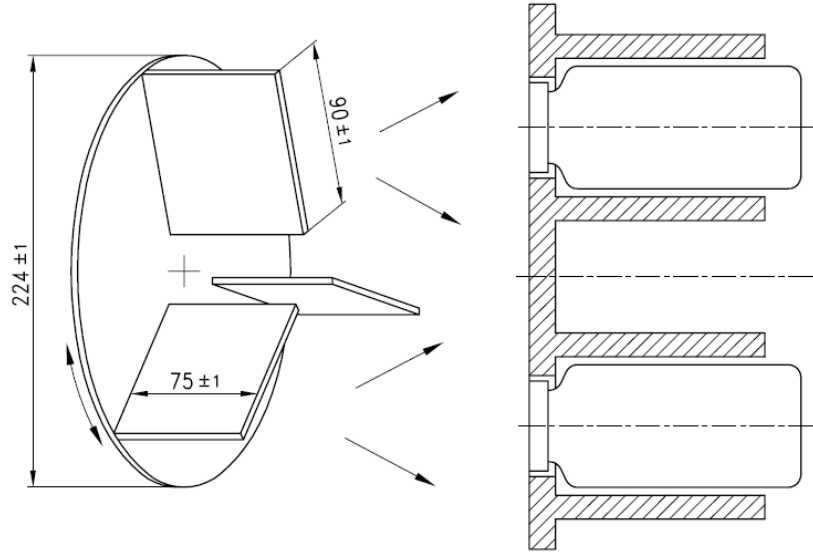
Su buharı geçirgenliği şu şekilde hesaplanmıştır:

$$\text{Su buharı geçirgenliği} = 7639 \times M/d^2 \times t$$

M= Son ağırlık ile ilk ağırlık ölçümünün miligram cinsinden değeri

d= Test kabının kapağının üst kısmındaki açıklığın çapının milimetre cinsinden değeri

t= İlk ve son ağırlık ölçümleri arasındaki dakika cinsinden süre



Şekil 3.14. Su buharı geçirgenliği test cihazının genel düzeni (ölçüler mm cinsindendir).

3.2.5.10 Hava geçirgenliği tayini

Kondisyonlanmış deriler, Devotrans marka hava geçirgenliği cihazının test aparatına cilt yüzü yukarı gelecek şekilde gerdirilmişlerdir (Şekil 3.15). Ölçümler 50 cm²'lik yüzük ile 200 Pa basınç altında 5'er dakika süre içerisinde geçen hava miktarının m³ olarak belirlenmesi suretiyle yapılmış olup, sonuçlar cm³/cm².s olarak ifade edilmiştir. Örneklerin 3 farklı yerinde bu test tekrarlanarak ortalaması alınmıştır.



Şekil 3.15. Hava geçirgenliği ölçüm cihazı.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Wet-Blue Derilerin Yüzey Alanlarının Ölçümüne İlişkin Bulgular

Kurutma ve daha sonraki mekanik işlemlerden sonra yüzey alanındaki değişimin saptanabilmesi için, derilerin işleme alınmadan önce wet-blue halindeyken desi ölçe makinası ile ölçülen yüzey alanı değerleri Çizelge 4.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Wet-blue derilerin yüzey alanı ölçüm değerleri (dm²).

DERİ NO	Yüzey Alanı
1	98
2	90
3	90
4	78
5	94
6	68
7	97
8	100
9	100
10	90
11	86
12	75
13	74
14	68
15	88
16	81
17	100
18	102

Bulunan bu değerler yüzey alanı değişimlerinin saptanmasında referans olarak kullanılacak temel ölçüm değerleridir.

4.2 Kurutma Sonrası Yüzey Alanlarının Ölçümüne İlişkin Bulgular

4.2.1 Patpat işleminden sonra yapılan yüzey alanı ölçüm değerleri

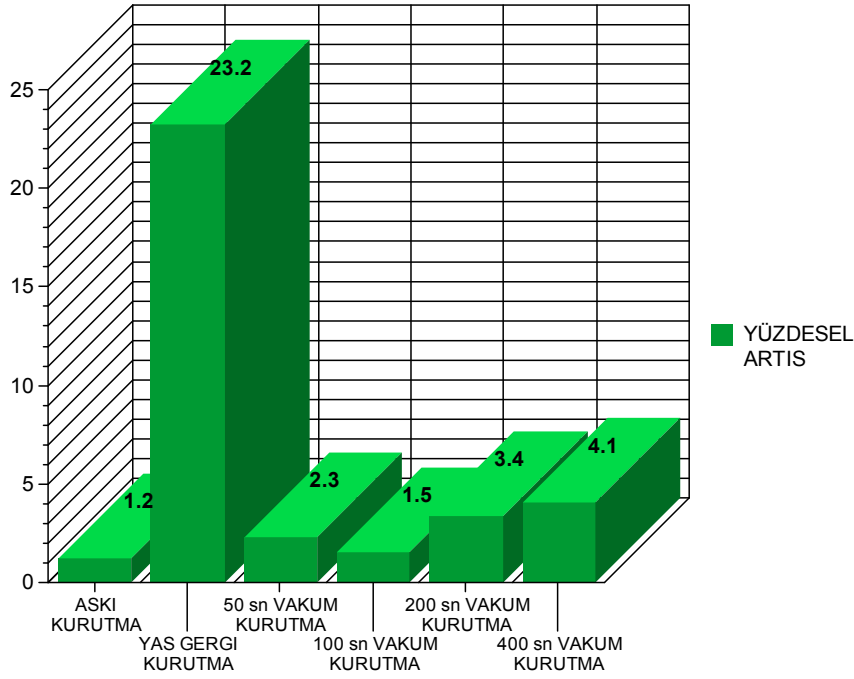
Wet-blue halindeki ölçümlere göre derilerdeki yüzey alanı artışının karşılaştırmalı olarak en iyi gözlemlenebileceği durum derilerin kurutma sonrasında patpat işlemi yapılmış haldeki durumudur. Deriler kurutulduktan sonra patpat işlemi gerçekleştirilerek derilerin kenarlarındaki kıvrıklıklar, derilerdeki

potluklar ve suyun uzaklaştırılması ile meydana gelen derinin sert yapısı giderilerek, derilerin yüzeyleri düz bir hale gelir. Böylece deriler kullanılabilir duruma gelirler. Aynı üretim reçetesi ile yaş bitim işlemleri tamamlanan ve altı farklı kurutma uygulamasıyla kurutulan derilerin, kurutma sonrası patpat işleminden sonra yapılan yüzey alanı ölçüm değerleri, derilerin wet-blue halindeyken yapılan ölçüm değerleriyle birlikte Çizelge 4.2’de görülmektedir. Yüzey alanı ölçümleri tüm deriler için ayrı ayrı yapılmıştır. Sonuçların değerlendirilmesinde ise her kurutma yönteminde kullanılan 3’er kanat derinin yüzey alanları ölçümünün aritmetik ortalaması dikkate alınmıştır.

Çizelge 4.2. Derilerin patpat işleminden sonraki yüzey alanı ölçüm sonuçları (dm²).

KURUTMA YÖNTEMİ	n	Wet-Blue	Patpat
ASKI KURUTMA	3	Min.	68,00
		Maks.	100,00
		Ort.±S.H.	86,00±9,45
YAŞ GERGİ KURUTMA	3	Min.	74,00
		Maks.	98,00
		Ort.±S.H.	83,33±7,42
50 °C 50 sn VAKUM	3	Min.	68,00
		Maks.	100,00
		Ort.±S.H.	85,33±9,33
50 °C 100 sn VAKUM	3	Min.	81,00
		Maks.	97,00
		Ort.±S.H.	90,67±4,91
50 °C 200 sn VAKUM	3	Min.	90,00
		Maks.	102,00
		Ort.±S.H.	97,33±3,71
50 °C 400 sn VAKUM	3	Min.	75,00
		Maks.	90,00
		Ort.±S.H.	83,67±4,48

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi 6 farklı kurutma yönteminde de; kurutulmuş derilerin patpatlı tüm yüzey alanı ölçümlerinin değeri, derilerin wet-blue halindeyken yapılan yüzey alanı ölçüm değerinden daha fazladır. Yani tüm kurutma yöntemleriyle kurutulan derilerin yüzey alanları wet-blue halindeki yüzey alanlarına göre artış göstermiştir. Bu artışlar yüzde olarak Şekil 4.1’de görülmektedir.



Şekil 4.1. Wet-blue yüzey alanı ölçümlerine göre yüzdesel artışlar.

Şekil 4.1'e göre "Yaş Gergi Kurutma Yöntemi" ile kurutulan derilerdeki yüzey alanı artışı en fazla olmuştur. Bu yöntemi sırasıyla 400 saniyede, 200 saniyede, 50 saniyede ve 100 saniyede yapılan "Vakum Kurutma Yöntemleri" izlemiştir. Yüzey alanındaki artışın en az olduğu kurutma yöntemi ise "Askı Kurutma Yöntemi" olmuştur.

Yaş gergi ile kurutulan derilerdeki yüzey artışının, diğer yöntemlerle kurutulan derilerdeki yüzey artışlarından çok fazla olduğu görülmektedir. Yaş gergi işleminde deriler yaş iken gerili halde kurutma işlemine maruz bırakıldıkları için wet-blue haline göre yüzey alanlarındaki artış %23,2'yi bulmuştur.

Yaş gergi işleminden sonra deride en fazla yüzey alanı artışını vakum kurutma yöntemi gerçekleştirmiştir. 50°C'de uygulanan vakum kurutma yöntemlerinden kurutma süresi fazla olan vakum kurutma yöntemlerinde yüzey artışının da fazla olma eğilimi görülse de 50 saniyede yapılan vakum kurutmadaki yüzey artışının, 100 saniyedekinden daha fazla olması da istisnai bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yüzey alanı artışının %1,2 ile en az olduğu kurutma yöntemi ise askı kurutma yöntemidir. Bu durum askı kurutma sırasında deriye herhangi bir mekanik etki sağlanmamasından dolayı, derinin kendi doğal şekliyle asılarak kurutulmasıyla açıklanabilir. Bu yöntemde kuruma esnasında deri yüzeyini gerdirecek ve sabit şekilde tutacak bir düzener bulunmamaktadır. Dolayısıyla alan kazanımının fazla olması beklenemeyecektir.

4.2.2 Kuru dolaplama işleminden sonra yapılan yüzey alanı ölçüm değerleri

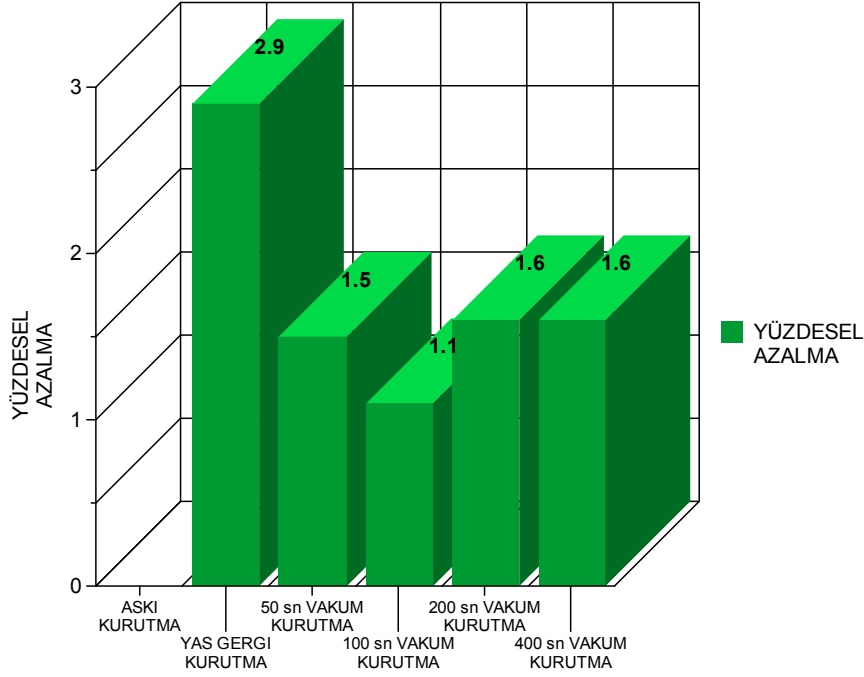
Derilerin kurutulması ardından yapılan patpat işleminden sonra 3 saat süreyle uygulanan kuru dolaplama işlemi ardından yapılan yüzey alanı ölçümüne ait değerler, wet-blue ve patpatlı haldeki ölçüm değerleriyle birlikte Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kuru dolaplama sonrası yüzey alanı ölçüm değerleri (dm²).

KURUTMA YÖNTEMİ	n		Wet-Blue	Patpat	Kuru Dolap
ASKI KURUTMA	3	Min.	68,00	68,00	68,00
		Maks.	100,00	101,00	101,00
		Ort.±S.H.	86,00±9,45	87,00±9,85	87,00±9,85
YAŞ GERGİ KURUTMA	3	Min.	74,00	89,00	85,00
		Maks.	98,00	122,00	120,00
		Ort.±S.H.	83,33±7,42	102,67±9,94	99,67±10,49
50 °C 50 sn VAKUM	3	Min.	68,00	72,00	70,00
		Maks.	100,00	103,00	103,00
		Ort.±S.H.	85,33±9,33	87,33±8,95	86,00±9,54
50 °C 100 sn VAKUM	3	Min.	81,00	82,00	81,00
		Maks.	97,00	98,00	97,00
		Ort.±S.H.	90,67±4,91	92,00±5,03	91,00±5,03 ^a
50 °C 200 sn VAKUM	3	Min.	90,00	92,00	90,00
		Maks.	102,00	108,00	106,00
		Ort.±S.H.	97,33±3,71	100,67±4,67	99,00±4,73
50 °C 400 sn VAKUM	3	Min.	75,00	79,00	78,00
		Maks.	90,00	92,00	91,00
		Ort.±S.H.	83,67±4,48	87,00±4,04 ^a	85,67±3,93

Çizelge 4.3'e göre deriler kurutulup, ardından patpat işlemi de yapıldıktan sonra uygulanan kuru dolaplama işleminin askı kurutma yöntemi dışındaki tüm diğer yöntemlerde derinin yüzey alanını azalttığı görülmektedir. Şekil 4.2'de

derilerin 3 saat kuru dolaplama işlemine tabi tutulması ile kaybettiği alan yüzdesel olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.2. Kuru dolaplama ile meydana gelen yüzdesel azalmalar.

Wet-blue haline göre %23,2 alan kazanımına olanak sağlayan yaş gergi ile kurutma yöntemi ile kurutulmuş derilerin 3 saatlik kuru dolaplanması ile yüzey alanlarının %2,9 oranında azaldığı görülmektedir.

3 saatlik kuru dolaplama işlemiyle; wet-blue haline göre sırasıyla %4,1 ve %3,4 alan kazanımı sağlayan 400 saniyede ve 200 saniyede yapılan vakum kurutmada azalan yüzey alanı %1,6, wet-blue haline göre %2,3 yüzey alanı kazanımı sağlayan 50 saniye uygulanan kurutma yönteminde yüzey alanındaki azalma %1,5 olurken, wet-blue haline göre %1,5 yüzey alanı kazanımı sağlayan 100 saniyede uygulanan vakum kurutma yönteminde yüzey alanındaki azalma %1,1 olmuştur.

Askı kurutma yöntemi ile kurutulmuş derilerde yapılan kuru dolaplama işleminde, derinin patpatlı haline göre yüzey alanlarında bir azalma olmamıştır.

Kurutma ardından uygulanan patpat işlemi sonrasında yüksek alan kazanımı sağlayan kurutma yöntemlerinde, kuru dolaplama sonrası yüzey alanı azalma

eğiliminin de daha fazla olduğu görülmektedir. Fakat bu azalmaya rağmen tüm kurutma yöntemlerinde kuru dolaplama ile ortaya çıkan yüzey alanlarının, derilerin wet blue halindeki yüzey alanlarından daha fazla olduğu da görülmektedir.

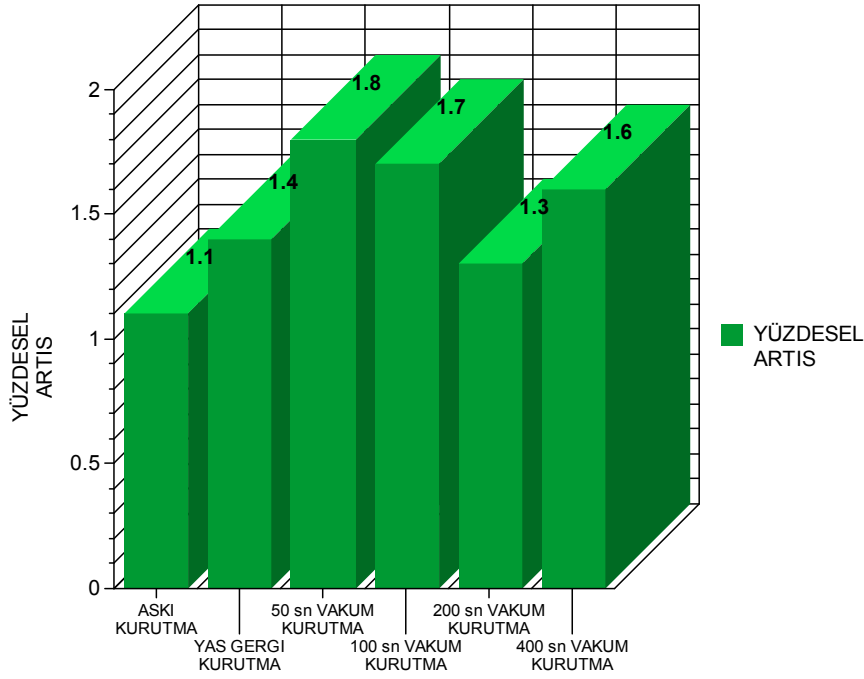
4.2.3 Kuru dolaplama ardından patpat işleminden sonra yapılan yüzey alanı ölçüm değerleri

Kuru dolaplama işlemi ardından yapılan patpat işlemiyle ortaya çıkan derilerin nihai yüzey alanı ölçüm değerleri; derilerin wet-blue, kurutma sonrası patpatlı ve ardından yapılan kuru dolaplama işleminden sonraki ölçüm değerleriyle birlikte Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Kuru dolaplama sonrası patpat işlemine tabi tutulan derilerin yüzey alanı ölçüm değerleri (dm²).

KURUTMA YÖNTEMİ	n		Wet-Blue	Patpat	Kuru Dolap	Kuru Dolap + Patpat
ASKI KURUTMA	3	Min.	68,00	68,00	68,00	68,00
		Maks.	100,00	101,00	101,00	103,00
		Ort.±S.H.	86,00±9,45	87,00±9,85	87,00±9,85	88,00±10,41
YAŞ GERGİ KURUTMA	3	Min.	74,00	89,00	85,00	86,00
		Maks.	98,00	122,00	120,00	121,00
		Ort.±S.H.	83,33±7,42	102,67±9,94	99,67±10,49	101,00±10,41
50 °C 50 sn VAKUM	3	Min.	68,00	72,00	70,00	72,00
		Maks.	100,00	103,00	103,00	104,00
		Ort.±S.H.	85,33±9,33	87,33±8,95	86,00±9,54	87,67±9,24
50 °C 100 sn VAKUM	3	Min.	81,00	82,00	81,00	83,00
		Maks.	97,00	98,00	97,00	98,00
		Ort.±S.H.	90,67±4,91	92,00±5,03	91,00±5,03 ^a	92,67±4,84
50 °C 200 sn VAKUM	3	Min.	90,00	92,00	90,00	91,00
		Maks.	102,00	108,00	106,00	107,00
		Ort.±S.H.	97,33±3,71	100,67±4,67	99,00±4,73	100,33±4,81
50 °C 400 sn VAKUM	3	Min.	75,00	79,00	78,00	79,00
		Maks.	90,00	92,00	91,00	92,00
		Ort.±S.H.	83,67±4,48	87,00±4,04 ^a	85,67±3,93	87,00±4,04

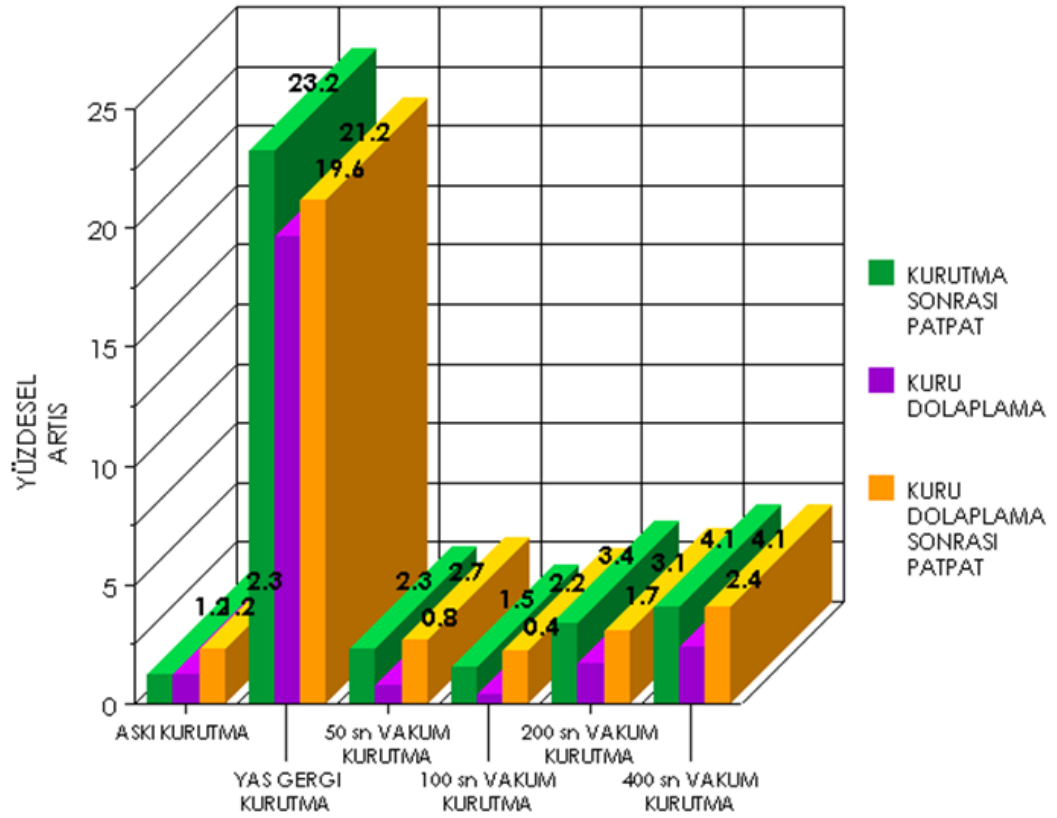
Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi patpat işleminin yapılması ile altı farklı kurutma yöntemiyle yapılan tüm uygulamalarda yüzey alanı değerlerinin arttığı görülmektedir. Derilerin kuru dolaplama işlemine tabi tutulmasıyla ölçülen değerlere göre, ardından yapılan patpat işlemiyle yüzey alanlarında meydana gelen yüzdesel artış Şekil 4.3’te gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Kuru dolaplama sonrası patpat işlemiyle yüzey alanlarında meydana gelen yüzdesel artış.

Şekil 4.3'e göre patpat işlemi ile en az artış %1,1 ile askı kuruma işleminde meydana gelmiştir. En fazla artış ise %1,8 ile 50 saniye süreyle uygulanan vakum kurutma işleminde olmuştur. Yaş gergi ile kurulmuş derilerde meydana gelen artış %1,4 ile askı kurutma ve vakum kurutmanın 200 saniye uygulanan yöntemindeki artışlardan fazla fakat 50, 100 ve 400 saniye süreyle uygulanan vakum kurutma yöntemlerinden ise daha azdır.

Derilerin wet-blue ölçümlerine göre sırasıyla kurutma sonrası patpat, kuru dolap ve kuru dolap sonrası patpat işlemlerinde meydana gelen yüzey alanı artışları Şekil 4.4'te görülmektedir.



Şekil 4.4. Wet-blue yüzey alanına göre yüzey alanlarındaki yüzdesel artışlar.

Kuru dolaplama sonrasında yapılan patpat işlemi ardından yapılan nihai yüzey alanı ölçümlerinde “Yaş Gergi Kurutma” yönteminin açık ara ile diğer yöntemlerden daha fazla yüzey alan verimi sağladığı görülmektedir.

4.3 Kurutma İşlemlerinin Mamul Derinin Fiziksel Özelliklerine Etkisine İlişkin Bulgular

4.3.1 Çekme mukavemeti ile ilgili bulgular

Kuvvet yüklemelerinde kolayca uzayabilen ve kuvvet kalktığında ilk durumuna kolayca dönebilen fakat aşırı yüklemelerde bu kuvvete karşı koyamayıp kopan sağlıklı bir deri lifinin mukavemet özelliği lif dokusunun üç boyutluluğuna ve özellikle retiküler tabakasına dayanmaktadır. Deri lifinde meydana gelen her değişim mukavemeti etkiler. Böylece mukavemetin araştırılması ile mamul derinin durumu ve kullanılabilirliği hakkında güvenilir bilgiler elde edilebilir (Sarı, 1996).

Venkatachalam (1962), çekme mukavemeti değerinin iyi olmasının genelde tüm deri çeşitleri için istenen bir özellik olduğunu ve derinin kalitesi hakkında iyi bir gösterge olduğunu ifade etmiştir.

Çekme mukavemeti her deri türüne uygulanan rölatif mukavemettir. Bu mukavemet çeşidinde deriye tatbik edilen kuvvet, tüm deri kesitine nispeten homojen olarak etki yapmakta ve bu yüzden de derinin esasını oluşturan kollagen dokusunu bir bütün olarak kavramaktadır (Başaran, 1993).

Aşırı yüklemelerde ortaya çıkan kopma; kollagen fibrillerini oluşturan zincirlerin kopması ya da birbirlerine yakın olan molekül zincirlerinin birbiri üzerinden kayması sonucu meydana gelmektedir (Karavana, 2001).

Farklı kurutma metotlarıyla kurutulan derilere uygulanan çekme mukavemeti testine göre belirlenen değerler Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Çekme mukavemeti değerleri (N/mm²).

Kurutma Yöntemi	n	Min.	Maks.	Ort. ± S.H.
Askı Kurutma	18	11.548	22.909	16.186 ± 0.895 ^{b,c}
Yaş Gergi Kurutma	18	11.367	32.349	20.266 ± 1.502 ^a
Vakum Kurutma (50 s)	18	10.666	25.417	18.352 ± 1.026 ^{a,b,A}
Vakum Kurutma (100 s)	18	12.146	24.428	17.244 ± 0.908 ^{a,b,c,A}
Vakum Kurutma (200 s)	18	9.064	24.825	17.522 ± 1.266 ^{a,b,c,A}
Vakum Kurutma (400 s)	18	8.449	26.386	14.165 ± 1.121 ^{c,B}

Çizelge 4.5'e göre en yüksek ortalama çekme mukavemeti değerini 20,226 N/mm² ile yaş gergi ile kurutulmuş deriler elde etmiştir. En düşük ortalama değer ise 14,165 N/mm² ile 400 saniye vakum ile kurutulan derilerde bulunmuştur. Vakum kurutma yöntemi ile kurutulan deriler kendi aralarında değerlendirildiklerinde ise 400 saniye süreyle vakum kurutmaya maruz bırakılmış derilerin çekme mukavemeti değeri; 50 saniye, 100 saniye ve 200 saniye süreyle vakum kurutmaya maruz bırakılmış derilerin çekme mukavemeti değerlerine göre önemli derecede bir azalma göstermiştir (p<0.05). Elde edilen değerler göstermektedir ki derilere uygulanan kurutma yöntemi çekme mukavemetinde önemli derecede etkilidir. Derilere hiçbir mekanik kuvvet uygulanmadan yapılan

askı kurutmanın ve uzun süreli vakum kurutmanın derilerin çekme mukavemetini önemli derecede düşürdükleri anlaşılmaktadır ($p < 0.05$).

Harnagea and Secan (2008), ayakkabı için deri olmayan materyaller ile gerçek derileri mukayese ettiği çalışmalarında, gerçek derilerin çekme mukavemeti değerlerinin $18-22 \text{ N/mm}^2$ arasında olduğunu belirtmektedir.

BASF (2003), “Pocket Book For The Leather Technologist” isimli el kitapçığında ayakkabı yüzçük deriler için çekme mukavemeti değerinin 20 N/mm^2 ’den büyük olması gerektiğini bildirmektedir.

Farklı kurutma yöntemlerinin uygulandığı bu çalışmada elde edilen tüm ortalama değerlerin BASF (2003)’in önerdiği değerlere uygun olduğu görülmektedir.

4.3.2 Kopma anındaki uzama ile ilgili bulgular

Çekme mukavemetinin yanı sıra, kopma anındaki uzama değerini de dikkate almakta fayda vardır. Çünkü uzamanın az olması kolayca yırtılmaya neden olurken, fazla uzama ise yine o deri eşyanın kullanılabilirliğini kaybetmesine neden olmaktadır (Karavana, 2001)

Sarı (1996), Kopma uzaması; kopmanın olduğu anda ölçülen uzunluk değerinin başlangıçtaki uzunluk değerine oranlanması ile hesaplanan bir değer olduğunu ve % olarak ifade edildiğini belirtmiştir.

Çekme dayanımının yanında, uzama da deri kalitesiyle ilgili önemli bir faktördür. Adından da anlaşılacağı gibi, uzama çekme kuvveti uygulandığında materyalin uzayabilme veya gerilebilme yeteneğidir. Genellikle materyale çekme kuvveti uygulandığındaki orijinal uzunlukta meydana gelen yüzdesel artış ile ifade edilir. Bu nedenle uzama, materyalin gerildiğinde kopmadan meydana gelebilecek maksimum uzunluğunu ifade eder (Liu et al., 2002).

Farklı kurutma metotlarıyla kurutulan derilerden elde edilen kopma anındaki uzama değerleri Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kopma Anındaki Uzama Değerleri (%).

Kurutma Yöntemi	n	Min.	Maks.	Ort. $\pm$ S.H.
Askı Kurutma	18	55,220	87,290	71,251 $\pm$ 2,043 ^{a,b}
Yaş Gergi Kurutma	18	36,324	70,024	50,073 $\pm$ 2,138 ^d
Vakum Kurutma (50 s)	18	54,290	80,024	69,564 $\pm$ 1,661 ^{a,b,c,A,B}
Vakum Kurutma (100 s)	18	49,790	82,824	67,173 $\pm$ 2,184 ^{b,c,B}
Vakum Kurutma (200 s)	18	69,072	85,072	74,291 $\pm$ 1,502 ^{a,A}
Vakum Kurutma (400 s)	18	46,886	83,356	64,765 $\pm$ 2,338 ^{c,B}

Çizelge 4.6'ya göre yaş gergi ile kurutulan derilerden elde edilen %50,073'lük kopma anındaki uzama değeri en düşük yüzde uzama değeri olarak diğer kurutma yöntemlerinden önemli derecede farklılık göstermektedir. Derilerin yaş halde mekanik olarak gerilmesiyle yapılan yaş gergi kurutma işleminin derilerin kopma anındaki uzama değerini, uygulanan diğer kurutma yöntemlerine göre önemli derecede düşürdüğü görülmektedir ($p < 0.05$).

BASF (2003), "Pocket Book For The Leather Technologist" isimli el kitapçığında ayakkabı yüzçük derileri için kopma anındaki uzamanın %40'dan daha yüksek olması gerektiğini bildirmektedir.

UNIDO (1996), ayakkabı yüzçük derileri için kopma uzamasının maksimum %80 olmasını önermektedir.

Farklı kurutma yöntemlerinin uygulandığı bu çalışmada elde edilen tüm ortalama değerlerin BASF (2003) ve UNIDO (1996)'nın önerdiği değerlere uygun olduğu görülmektedir.

4.3.3 Tek kenar yırtılma yükü ile ilgili bulgular

Yüzçük derilerin kalitelerinin belirlenmesinde kullanılan bir mukavemet çeşidi de yırtılma mukavemetidir. Derinin yırtılma dayanımına deri lifleri arasında kohesif güç etki etmektedir. Derinin yırtılma mukavemetinin ölçülmesiyle derinin strüktürel dayanımı hakkında bilgi sahibi olunabilir. Zayıf yırtılma mukavemeti, giyimde ayakkabı sayalarının dikiş yerlerinden açılmasına ve yırtılmasına sebep olabilir. Yürüme esnasında, bükülme etkisiyle dikiş yerlerine birçok defalar kuvvet etki ettirildiği düşünülürse, bu testin özellikle ayakkabı yüzçük derilerinde önem taşıdığı anlaşılabılır (Başaran, 1993).

Farklı kurutma metotlarıyla kurutulan derilerden elde edilen tek kenar yırtığı ile ilgili değerler Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Tek Kenar Yırtılma Yükü Değerleri (N).

Kurutma Yöntemi	n	Kalınlık	Min.	Maks.	Ort. $\pm$ S.H.
Askı Kurutma	18	1,588	54,980	87,050	71,011 $\pm$ 2,043 ^a
Yaş Gergi Kurutma	18	1,348	31,377	57,044	39,145 $\pm$ 1,857 ^b
Vakum Kurutma (50 s)	18	1,621	30,255	47,849	38,648 $\pm$ 0,979 ^{b,B}
Vakum Kurutma (100 s)	18	1,594	26,965	45,551	33,971 $\pm$ 1,074 ^{c,C}
Vakum Kurutma (200 s)	18	1,629	31,607	55,142	43,331 $\pm$ 1,763 ^{b,A}
Vakum Kurutma (400 s)	18	1,553	28,551	48,814	41,363 $\pm$ 1,205 ^{b,A,B}

Çizelge 4.7’ye göre en yüksek ortalama tek kenar yırtığı yırtılma yükü değeri 71,011 N ile askı kurutma yöntemi ile kurutulan derilerden elde edilmiştir ($p<0.05$). En düşük ortalama değer ise 33,971 N ile 100 saniye süreyle vakum kurutma yapılan derilerde bulunmuştur ($p<0.05$). Diğer kurutma yöntemlerinde elde edilen tek kenar yırtığı yırtılma yükü ortalama değerleri, kendi aralarında karşılaştırıldığında, bulunan değerlerin aralarındaki farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmektedir ($p<0.05$). Vakumla kurutulmuş derilerin kendi aralarındaki farkları incelendiğinde 200 saniye süreyle vakum kurutma yapılan derilerde en yüksek değer elde edilirken, 100 saniye süreyle vakum kurutma yapılan derilerde tek kenar yırtığı yırtılma yükü değeri önemli derecede düşmektedir. Elde edilen veriler göstermektedir ki derilere hiçbir mekanik kuvvet uygulanmadan yapılan askı kurutma ile kurutulan derilerin tek kenar yırtığı yırtılma yükü değerleri diğer kurutma yöntemleriyle kurutulan derilerinkilere göre önemli derecede yüksek olmaktadır ($p<0.05$).

4.3.4 Çift kenar yırtılma yükü ile ilgili bulgular

Yırtılma mukavemeti; derinin kullanımı sırasında göstereceği performans ve dayanımın ölçüsüdür. Bununla birlikte; derinin yırtılma mukavemeti değerine uygulanan alt işlem basamaklarının ve özellikle de tabaklama türünün etkisi büyüktür.

Farklı kurutma metotlarıyla kurutulan derilerden elde edilen çift kenar yırtığı ile ilgili değerler Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Çift Kenar Yırtığı Yırtılma Yükü Değerleri (N).

Kurutma Yöntemi	n	Kalınlık	Min.	Maks.	Ort. $\pm$ S.H.
Askı Kurutma	18	1,645	63,806	109,672	82, 711 $\pm$ 2,583 ^{b,c}
Yaş Gergi Kurutma	18	1,408	71,122	127,102	96,506 $\pm$ 4,081 ^a
Vakum Kurutma (50 s)	18	1,603	64,809	95,430	83,423 $\pm$ 2,267 ^{b,c,A,B}
Vakum Kurutma (100 s)	18	1,596	55,941	88,163	75,690 $\pm$ 1,988 ^{c,B}
Vakum Kurutma (200 s)	18	1,670	48,466	113,789	88,164 $\pm$ 3,939 ^{a,b,A}
Vakum Kurutma (400 s)	18	1,571	51,075	113,500	85,458 $\pm$ 3,628 ^{b,A}

Çizelge 4.8'e göre en yüksek ortalama çift kenar yırtığı yırtılma yükü değeri 96,506 N ile yaş gergi kurutma işlemi uygulanan derilerde görülmüştür. Bu değer askı kurutma, vakum kurutmanın 50, 100 ve 400 saniye süreyle yapıldığı uygulamalara göre önemli derecede fark arz etmektedir ($p < 0.05$). Vakum kurutmanın 200 saniye yapıldığı uygulamaya göre ise istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemektedir ($p < 0.05$). Vakum kurutma uygulamalarının kendi aralarındaki değerler incelendiğinde ise en yüksek değerlerin elde edildiği 200 ve 400 saniye süreyle yapılan kurutma işlemleri 100 saniye süreyle yapılan kurutma işlemine göre önemli derecede farklılık gösterirken ($p < 0.05$), 50 saniye süreyle yapılan kurutma işlemine göre önemli bir fark göstermemektedirler ($p > 0.05$).

4.3.5 Dikiş yırtılma dayanımı ile ilgili bulgular

Ayakkabılık ve giysilik deriler gibi kullanım anında dikiş yerlerine yük binen deri ürünlerin birleşme yerlerinden ayrılıp ayrılamayacağını kontrolü mutlaka yapılmalıdır. Bu kontrol deriye uygulanan dikiş yırtılma mukavemeti testi ile rahatlıkla gerçekleştirilir. Dikiş yırtılma dayanımı testi derilerin giyim koşullarında, dikişlerinin kolayca yırtılıp yırtılamayacağını belirleyen bir mukavemet şekli olup test işleminin basit ve bunun için ufak bir parçanın yeterli olmasından dolayı oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Kanagy, 1965).

Kopma mukavemetinde deriye uygulanan kuvvet tüm deri üzerinde nispeten homojen bir etki yaparken, dikiş yırtılma dayanımı tek lif üzerine etki yapan mukavemet şeklidir (Karavana, 2001).

Farklı kurutma metotlarıyla kurutulan derilerden elde edilen dikiş yırtılma dayanımlarına ait değerler Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Dikiş Yırtılma Dayanımı Değerleri (N/mm).

Kurutma Yöntemi	n	Min.	Maks.	Ort. $\pm$ S.H.
Askı Kurutma	18	103,022	147,618	123,406 $\pm$ 3,774 ^b
Yaş Gergi Kurutma	18	121,702	173,094	150,618 $\pm$ 3,913 ^a
Vakum Kurutma (50 s)	18	85,791	186,283	127,866 $\pm$ 5,051 ^{b,A}
Vakum Kurutma (100 s)	18	97,652	152,817	118,688 $\pm$ 3,625 ^{b,A}
Vakum Kurutma (200 s)	18	106,880	151,741	125,324 $\pm$ 2,774 ^{b,A}
Vakum Kurutma (400 s)	18	87,534	168,809	126,486 $\pm$ 5,001 ^{b,A}

Çizelge 4.9'a göre en yüksek ortalama dikiş yırtılma dayanımı değeri 150,618 N/mm ile yaş gergi kurutma yöntemi ile kurutulan derilerden elde edilmiştir ve bu değer diğer tüm kurutma uygulamalarından elde edilen değerlere göre önemli derecede yüksektir ($p < 0.05$). Yaş gergi kurutma dışındaki tüm diğer uygulamalardan elde edilen değerler birbirine çok yakındır ve istatistiksel olarak aralarındaki bu fark önemsizdir ($p < 0.05$). Vakum kurutmanın değişik uygulama süreleri kendi aralarında değerlendirildiğinde de ortaya çıkan dikiş yırtılma dayanımı değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir ($p < 0.05$). Açıkça görülmektedir ki yaş gergi kurutma ile kurutulan derilerin dikiş yırtılma dayanımları diğer yöntemlere göre daha yüksek olmaktadır.

4.3.6 Kalıcı uzama tayini ile ilgili bulgular

Farklı kurutma metotlarıyla kurutulan derilerden elde edilen kalıcı uzamaya ait değerler Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Kalıcı Uzama Tayini Değerleri (%).

Kurutma Yöntemi	n	Kalınlık	Min.	Maks.	Ort. $\pm$ S.H.
Askı Kurutma	18	1,566	2,222	6,667	4,475 $\pm$ 0,306 ^a
Yaş Gergi Kurutma	18	1,348	0,556	5,000	2,500 $\pm$ 0,366 ^b
Vakum Kurutma (50 s)	18	1,566	1,667	7,222	4,352 $\pm$ 0,459 ^{a,A}
Vakum Kurutma (100 s)	18	1,592	1,667	10,000	4,537 $\pm$ 0,610 ^{a,A}
Vakum Kurutma (200 s)	18	1,642	2,222	7,222	5,154 $\pm$ 0,409 ^{a,A}
Vakum Kurutma (400 s)	18	1,547	1,667	7,778	4,660 $\pm$ 0,482 ^{a,A}

Çizelge 4.10'a göre en düşük kalıcı uzama %2,5 ile yaş gergi ile kurutulan derilerden elde edilmiştir ($p < 0.05$). Bu kurutma yöntemi dışında uygulanan diğer yöntemlerden elde edilen kalıcı uzama değerleri yaş gergi kurutma yöntemine göre önemli derecede yüksektir. Yaş gergi kurutma dışındaki uygulamalardan elde edilen kalıcı uzama değerleri kendi aralarında değerlendirildiklerinde aralarındaki

farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Vakum kurutmanın dört farklı kurutma süresinde yapılan uygulamalar da kendi aralarında değerlendirildiklerinde, elde edilen kalıcı uzama değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Değerler göstermektedir ki derilerin yaş halde mekanik olarak gerilerek kurutulduğu yaş gergi kurutma yöntemiyle kurutulan derilerin kalıcı uzama değerleri düşük olmaktadır. Bu kurutma yönteminde deri liflerinin kurutma esnasında gerilerek kalıcı bir uzamaya önceden maruz kalması ortaya çıkan bu sonucu açıklamaktadır.

4.3.7 Sırça dayanımı ve gerilebilirlik tayini ile ilgili bulgular

Sırça dayanımı ve gerilebilirlik tayini genelde yüzlük derilere uygulanan ve yüzlük deriler için önemli olan bir test metodudur. Çünkü kalıba çekme esnasında, yüzlük deri çok yönlü kuvvet etkisi altında gerilmeye maruz bırakılmaktadır. Bunun sonucunda, yüzlük deride cilt çatlaması, finisajda açılma veya yırtılma gibi kusur ve hatalar ortaya çıkabilmektedir. Ayrıca mamul ayakkabılar, giyim süresi boyunca çok çeşitli yönlerdeki çekme, gerilme ve uzatma kuvvetlerinin etkisi altında kalabilmektedir. Bu nedenle; yüzlük deriler incelenirken, derilere sadece tek yönlü kuvvetlerin etkisi altında kaldığı kopma ve yırtılma mukavemetlerinin uygulanması yeterli olmamaktadır. Bu mukavemet türlerinin yanında, çok yönlü kuvvetlerin etkisi altında derinin gerilebilirlik tayini ile sırça dayanımının belirlenmesinin de gereği ortaya çıkmaktadır (Başaran, 1993).

Farklı kurutma metotlarıyla kurutulan derilerden elde edilen cilt çatlama mukavemeti ve cilt çatlama uzaması değerleri ile ilgili değerler Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Cilt çatlama mukavemeti değerleri (N).

Kurutma Yöntemi	n	Min.	Maks.	Ort. $\pm$ S.H.
Askı Kurutma	12	12,000	36,000	21,583 $\pm$ 1,848 ^a
Yaş Gergi Kurutma	12	12,000	34,000	21,667 $\pm$ 2,001 ^a
Vakum Kurutma (50 s)	12	13,000	30,000	20,417 $\pm$ 1,459 ^{a,A}
Vakum Kurutma (100 s)	12	9,000	33,000	20,750 $\pm$ 2,365 ^{a,A}
Vakum Kurutma (200 s)	12	17,000	26,000	21,250 $\pm$ 0,962 ^{a,A}
Vakum Kurutma (400 s)	12	12,000	25,000	17,083 $\pm$ 1,300 ^{a,A}

Çizelge 4.11'e göre farklı kurutma uygulamalarının ve vakum kurutmanın farklı kurutma süresi uygulamalarının cilt çatlama mukavemeti değerlerine etkisi istatistiksel olarak önemsizdir ($P>0,05$).

Çizelge 4.12. Cilt çatlama uzaması değerleri (mm).

Kurutma Yöntemi	n	Min.	Maks.	Ort. $\pm$ S.H.
Askı Kurutma	12	7,750	11,200	$9,412 \pm 0,291^b$
Yaş Gergi Kurutma	12	5,980	8,500	$7,517 \pm 0,252^c$
Vakum Kurutma (50 s)	12	7,810	10,120	$9,136 \pm 0,231^{b,B}$
Vakum Kurutma (100 s)	12	7,610	10,780	$9,394 \pm 0,311^{b,B}$
Vakum Kurutma (200 s)	12	9,420	11,100	$10,166 \pm 0,153^{a,A}$
Vakum Kurutma (400 s)	12	8,390	10,040	$9,153 \pm 0,147^{b,B}$

Çizelge 4.12'ye göre en yüksek ortalama cilt çatlama uzaması değeri 10,166 mm ile 200 saniye süreyle uygulanan vakum kurutma ile kurutulmuş derilerde bulunurken, en düşük cilt çatlama uzaması 7,517 mm ile yaş gergi ile kurutulan derilerden elde edilmiştir ($P<0.05$). Vakum kurutmanın değişik uygulama süreleri incelendiğinde ise 200 saniye ile uygulanan vakum kurutma uygulamasının diğerlerine göre daha yüksek cilt çatlama uzaması değeri verdiği görülmektedir ($P<0.05$). Bu sonuçlara göre yaş gergi kurutmanın, uygulanan diğer yöntemlere göre daha düşük çatlama uzaması değeri verdiği görülmektedir.

BASF (2003), "Pocket Book For The Leather Technologist" isimli el kitapçığında ayakkabı yüzölçümleri için cilt uzamasının 7 mm veya daha fazla olması gerektiğini bildirmektedir.

Yakalı (1982), cilt çatlamasında iyi bir yüzölçümü derinin en az 20 kgf'lık bir mukavemet ve 7 mm'lik bir uzama değeri göstermesinin istendiğini ifade etmiştir. İzmir'deki Deri Fabrikalarında İşlenen Ayakkabı Yüzölçümü Derilerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri üzerine Araştırmalar adlı çalışmada, ortalama cilt çatlama mukavemetini 44,72 kgf ve uzamasını ise 7,98 mm olarak bulmuştur.

Friese (1984), iyi bir yüzölçümü deri için Lastometre'de tayin edilen sırça elastikiyeti değerinin en az 6,7 mm olması gerektiğini belirtmiştir.

Sırça dayanımı ve gerilebilirlik testi yapılırken, sırça çatlama mukavemeti ve sırça çatlama uzaması değerleri tespit edildikten sonra teste devam edilmiş ve derinin tamamen patlaması için gerekli kuvvet ve bu patlama anındaki uzama değerleri belirlenmiştir. Farklı kurutma metotlarıyla kurutulan derilerden elde edilen cilt patlama mukavemeti ve cilt patlama uzaması değerleri ile ilgili değerler Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Cilt patlama mukavemeti değerleri (N).

Kurutma Yöntemi	n	Min.	Maks.	Ort. $\pm$ S.H.
Askı Kurutma	12	30,000	44,000	38,750 $\pm$ 1,109 ^{b,c}
Yaş Gergi Kurutma	12	29,000	58,000	44,083 $\pm$ 3,175 ^{a,b}
Vakum Kurutma (50 s)	12	33,000	46,000	40,083 $\pm$ 1,196 ^{a,b,c,A,B}
Vakum Kurutma (100 s)	12	17,000	47,000	34,7500 $\pm$ 2,703 ^{c,B}
Vakum Kurutma (200 s)	12	29,000	60,000	46,417 $\pm$ 2,943 ^{a,A}
Vakum Kurutma (400 s)	12	26,000	48,000	35,417 $\pm$ 1,994 ^{c,B}

Çizelge 4.13’e göre en yüksek cilt patlama mukavemeti değeri 46,417 N ile 200 saniye süreyle uygulanan vakum kurutma yönteminden elde edilmiştir. Yaş gergi kurutma yönteminden elde edilen ortalama değer, bu 46,417 N’luk bu değerden düşük olmasına rağmen diğer vakum kurutma ve askı kurutma yöntemlerinden elde edilen değerlerden yüksektir. Vakum kurutma yönteminin değişik kurutma sürelerinden elde edilen değerler incelendiğinde ise 100 saniye ve 400 saniye süreyle uygulanan yöntemlerde daha düşük cilt patlama mukavemeti elde edilmiştir.

Çizelge 4.14. Cilt patlama uzaması değerleri (mm).

Kurutma Yöntemi	n	Min.	Maks.	Ort. $\pm$ S.H.
Askı Kurutma	12	11,300	12,670	11,911 $\pm$ 0,121 ^b
Yaş Gergi Kurutma	12	8,710	14,190	10,815 $\pm$ 0,464 ^c
Vakum Kurutma (50 s)	12	10,6000	12,040	11,525 $\pm$ 0,162 ^{b,c,B}
Vakum Kurutma (100 s)	12	9,9100	12,730	11,533 $\pm$ 0,239 ^{b,c,B}
Vakum Kurutma (200 s)	12	11,460	15,400	13,138 $\pm$ 0,312 ^{a,A}
Vakum Kurutma (400 s)	12	11,490	13,710	12,213 $\pm$ 0,184 ^{b,B}

Çizelge 4.14’e göre 200 saniye süreyle uygulanan vakum kurutma yöntemi 13,138 mm ile en yüksek cilt patlama uzaması değerine sahiptir ($P < 0.05$). Vakum kurutma uygulamaları kendi aralarında değerlendirildiğinde de 200 saniye süreyle

uygulanan vakum kurutma yöntemi en yüksek cilt patlama uzamasını elde etmiştir ($P<0.0.5$).

Yakalı (1982), yaptığı çalışmada patlama mukavemetini dana derilerinde 44,57 kgf, patlama uzamasını ise 11,96 mm olarak bulmuştur.

4.3.8 Görünür yoğunluk ile ilgili bulgular

Görünür yoğunluk kavramı, derinin gerçek yoğunluğu ile karıştırılmamalıdır. Görünür yoğunluk hesaplanırken kollagen lifleri arasındaki boşluklarda hesaplama katılmaktadır. Bu boşluklar tabaklama tipi ve intensitesine göre değişiklik göstermekle birlikte bitkisel tabaklanmış derilerde % 25-30, krom tabaklanmış derilerde ise %50-60 arasında değişmektedir. Bu boşlukların bitkisel tabaklanmış derilerde düşük olmasının nedeni, bitkisel tanenlerin kollagen lif demetlerinin aralarını doldurup boşluk oranını düşürmesinden kaynaklanmaktadır.

Sarı (1996), görünür yoğunluğun derinin strüktür yapısına bağlı olduğunu, yaş işlemler sırasında görünür yoğunluğun çok fazla değiştirilemeyeceğini, fakat tabaklama intensitesi ve cinsinin görünür yoğunluğa büyük etki yaptığını belirterek, görünür yoğunluğun bitkisel tabaklanmış derilerde $0,780 \text{ g/cm}^3$ - $1,150 \text{ g/cm}^3$, fleksibil derilerde $0,780 \text{ g/cm}^3$, köselelerde ise $1,150 \text{ g/cm}^3$ civarında olduğunu belirtmiştir.

Farklı kurutma metotlarıyla kurutulan derilere ait görünür yoğunluk değerleri Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Görünür Yoğunluk Değerleri (g/cm^3).

Kurutma Yöntemi	n	Min.	Maks.	Ort. $\pm$ S.H.
Askı Kurutma	12	0,609	0,658	$0,638 \pm 0,004^b$
Yaş Gergi Kurutma	12	0,589	0,646	$0,614 \pm 0,006^c$
Vakum Kurutma (50 s)	12	0,630	0,678	$0,663 \pm 0,004^{a,A}$
Vakum Kurutma (100 s)	12	0,575	0,691	$0,640 \pm 0,011^{b,B}$
Vakum Kurutma (200 s)	12	0,607	0,666	$0,629 \pm 0,005^{b,c,B}$
Vakum Kurutma (400 s)	12	0,642	0,719	$0,681 \pm 0,005^{a,A}$

Çizelge 4.15'e göre 0,614 g/cm³ ile en düşük ortalama görünür yoğunluk değerini veren yaş gergi kurutma yöntemi diğer kurutma yöntemlerinden farklılık göstermektedir (P<0.05). Vakum kurutma uygulamaları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise 400 ve 50 saniye süreyle uygulanan vakum kurutma, 100 ve 200 saniye uygulanan vakum kurutmaya göre daha yüksek görünür yoğunluk sağlamaktadır (P<0.05).

4.3.9 Su buharı geçirgenliği ile ilgili bulgular

Su buharı geçirgenliği giyim hijyeni ve giyim fizyolojisi açısından önemli rol oynamaktadır. Gerek giysi gerekse ayakkabı imalatında kullanılan derilerin belli derecelere kadar su buharı geçirgenliğine sahip olmaları istenmektedir. İnsan vücudu, vücut sıcaklığını sabit tutma ve çevreye yayma yeteneğine sahiptir. 35 °C'den başlayan dış temperatür vücut ısısı için bir soğuma mekanizması oluşturmaktadır. Vücudu ve özellikle ayak bölgelerini kuşatan bir giysi vücudun ısı ayarlama sistemine uygun olmalı ve bu sistemi desteklemelidir. İstirahat halinden bir ayaktan günde 72 ml kadar ter atıldığı göz önüne alındığında, su buharı geçirgenliği özelliğinin ayak sağlığı ile yakın ilişki içinde olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu özellik deriden mamul bir ayakkabının uzun süreli kullanımlarında bile devam etmeli ve azalmamalıdır (Bitlisli vd., 2003).

Farklı kurutma metotlarıyla kurutulan derilere ait su buharı geçirgenliği değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Su Buharı Geçirgenliği Değerleri (mg/cm².h).

Kurutma Yöntemi	n	Min.	Maks.	Ort. ± S.H.
Askı Kurutma	9	9,394	12,877	10,731 ± 0,470 ^c
Yaş Gergi Kurutma	9	12,825	16,492	14,712 ± 0,464 ^a
Vakum Kurutma (50 s)	9	10,262	13,141	11,736 ± 0,340 ^{c,B}
Vakum Kurutma (100 s)	9	10,087	13,586	11,579 ± 0,438 ^{c,B}
Vakum Kurutma (200 s)	9	8,925	12,936	11,365 ± 0,561 ^{c,B}
Vakum Kurutma (400 s)	9	12,343	14,471	13,287 ± 0,214 ^{b,A}

Çizelge 4.16'ya göre en yüksek ortalama su buharı geçirgenliği değeri 14,712 mg/cm².h ile yaş gergi yöntemi ile kurutulan derilerden elde edilmiştir (P<0.05). Bu değeri ortalama 13,287 mg/cm².h ile 400 saniye süreyle uygulanan vakum kurutma yöntemi izlemiştir. Diğer kurutma yöntemlerinden elde edilen

değerler birbiri ile kıyaslandığında aralarındaki farkın önemsiz olduğu görülmektedir ($P>0.05$). Vakum kurutmanın değişik kurutma süreleri göz önünde bulundurulduğunda ise 400 saniye süreyle uygulanan vakum kurutma ile ortaya çıkan değer diğerlerine göre farklı olduğu görülmektedir ($P<0.05$).

Bu sonuçlara göre deri liflerinin yaş halde mekanik olarak gerilmesi ile yapılan yaş gergi kurutma yönteminde, deri lifleri arasındaki boşluğun daha fazla olacağı da düşünüldüğünde su buharı geçirgenliğinin de fazla olması beklenen bir sonuçtur. Yine uzun süreli vakum kurutmanın, nispeten daha kısa süreli vakum kurutma ve askı kurutma yöntemlerine göre daha yüksek su buharı geçirgenliği değeri elde ettiği görülmektedir.

4.3.10 Hava geçirgenliği ile ilgili bulgular

Farklı kurutma metotlarıyla kurutulan derilere ait hava geçirgenliği değerleri Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Hava Geçirgenliği Değerleri ($\text{cm}^3/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$).

Kurutma Yöntemi	n	Min.	Maks.	Ort. $\pm$ S.H.
Askı Kurutma	9	0,047	0,093	$0,063 \pm 0,005^b$
Yaş Gergi Kurutma	9	0,060	0,107	$0,089 \pm 0,006^a$
Vakum Kurutma (50 s)	9	0,047	0,067	$0,054 \pm 0,002^{b,c,B}$
Vakum Kurutma (100 s)	9	0,040	0,067	$0,052 \pm 0,003^{b,c,B}$
Vakum Kurutma (200 s)	9	0,047	0,073	$0,063 \pm 0,003^{b,A}$
Vakum Kurutma (400 s)	9	0,040	0,060	$0,050 \pm 0,002^{c,B}$

Çizelge 4.17’ye göre en yüksek ortalama hava geçirgenliğini 0,089 ile yaş gergi ile kurutulan deriler elde etmiştir. Bu kurutma yönteminden elde edilen değer diğer yöntemlere göre önemli derecede farklılık göstermektedir ($p<0.05$). Vakum kurutmanın değişik kurutma süreleri incelendiğinde ise 200 saniye süreyle uygulanan vakum kurutma yöntemi diğerlerine göre önemli derecede yüksek hava geçirgenliği değeri sağlamaktadır ($p<0.05$). Bu sonuçlara göre derilerin yaş haldeyken mekanik olarak gerilerek kurutulduğu yaş gergi kurutma yönteminde lifler arasındaki boşluk artacağı için hava geçirgenliği değerinin de yüksek olduğu söylenebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ayakkabı yüzölçümlerinin kurutulmasında en çok tercih edilen kurutma yöntemlerinin başında vakum kurutma ve yaş gergi kurutma gelmektedir. Sağladıkları değişik özellikler nedeniyle bu iki kurutma birbirinden çok farklı olarak görünse de bazı durumlarda üreticiler kendilerinden istenilen deriler için bu iki kurutma metodunun hangisinin kullanılması gerektiği konusunda karar vermekte zorlanmaktadırlar. Son yıllarda ayakkabı yüzölçümlerinin kurutulmasında yaş gergi metodunun kullanımı büyük bir artış göstermektedir. Yaş gergi ile kurutmada deriler yaş halde iken bir gerilmeye maruz bırakıldıkları için alan kazanımı olması gayet doğaldır. Fakat bu alan kazanımının diğer yöntemlere göre ne kadar olduğunun ve aynı zamanda gergi işlemi ile derinin fiziksel özelliklerindeki değişimlerin bilinmesi de gerekmektedir. Bu yüzden bu tez çalışmasında yaş gergi ve vakum kurutma esas alınarak, değişik kurutma yöntemlerinin deride en çok arzu edilen özelliklerden birisi olan alan kazanımına ve derinin fiziksel özelliklerine etkisi gözler önüne serilmiştir. Ayrıca, ayakkabı yüzölçümlerinin için en fazla kullanılan kurutma metodu olan vakum kurutmada değişik kurutma sürelerinin de alan kazanımına ve fiziksel özelliklere etkisi gözlemlenmiştir.

Derilerin işleme alınmadan önce wet-blue halindeyken ölçülen alanlarına göre; askı kurutma, yaş gergi kurutma ve 50 °C’de 50, 100, 200 ve 400 saniyede yapılan dört farklı vakum kurutma işlemleri uygulandıktan ve derilerin düzgün şekilde form alması için yapılan patpat işleminden sonra tüm derilerde alan artışı meydana gelmiştir. Yani yapılan bu çalışmada deriler yağlama-boyama-retenaj işlemleri yapıp kurutulduklarında wet-blue hallerine göre tüm kurutma yöntemlerinde alan kazanımı olmuştur. En fazla alan kazanımı ise yaş gergi kurutma yöntemi uygulanan derilerde gözlemlenmiştir. Bunu vakum kurutma işlemleri izlemiştir. En az alan artışı askı kurutma uygulanan derilerde olmuştur. Dört farklı kurutma süresi uygulanarak yapılan vakum kurutma işlemlerinde ise en fazla sürede yapılan işlemin en fazla alan kazanımını sağladığı ortaya çıkmıştır.

Derilere uygulanan kuru dolaplama işlemi; askı kurutma ile kurutulan derilerin yüzey alanında bir değişime etki etmezken, diğer bütün kurutma

işlemleriyle kurutulan derilerin yüzey alanında azalmaya neden olmuştur. En fazla azalma yaş gergi kurutma yöntemi ile kurutulan derilerde görülmektedir. Buradan anlaşılmaktadır ki; kurutma sonrasında yüksek alan kazanımı sağlayan kurutma yöntemlerinde, kuru dolaplama sonrası yüzey alanı azalma eğilimi de daha fazla olmaktadır.

Kuru dolaplama işlemi sonrasında tekrar yapılan patpat işlemi ile tüm kurutma metotlarıyla elde edilen derilerin hepsinde alan kazanımı olmuştur. Patpat işleminin deride alan kazanımına yardımcı olduğu açıkça tespit edilmiştir.

Diğer yöntemlere göre bariz şekilde fazla alan kazanımı sağlayan yaş gergi kurutma yöntemi ile kurutulan derilerin; kopma anındaki uzama değerleri, kalıcı uzama değerleri, cilt çatlama uzaması değerleri, cilt patlama uzaması değerleri ve görünür yoğunluk değerleri bariz bir şekilde diğer kurutma yöntemlerinden düşük kalmaktadır ve istatistiksel olarak farklılık arz etmektedir. Buna karşın; çekme mukavemeti, tek kenar ve çift kenar yırtılma yükü mukavemeti, dikiş yırtılma dayanımı, su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliği değerlerine bakıldığında ise yaş gergi kurutma yönteminin diğer yöntemlere nazaran bariz şekilde daha yüksek sonuçlar verdiği görülmektedir.

50 °C’de yapılan vakum kurutma işlemlerinde, vakum kurutma süresinin değiştirilmesinin derinin fiziksel özelliklerinde önemli bir değişim sağlamadığı görülmüştür. Derilere hiçbir mekanik kuvvet uygulanmadan yapılan askı kurutma ile kurutulan derilerin tek kenar yırtılma yükü değerlerinin diğer yöntemlere göre yüksek olduğu görülmektedir.

Vakum kurutma uygulamaları ve askı kurutma uygulaması karşılaştırıldığında derinin fiziksel özelliklerinde çok bariz bir fark yaratmadığı görülmektedir. Ayakkabı yüzlük deriler için sıkça kullanılan vakum kurutma uygun koşullarda yapıldığında deri fiziksel özelliklerinde olumsuz bir etkiye neden olmadığı buradan çıkarılabilmektedir.

Özellikle kuru dolap efekti istenen yumuşak ayakkabı yüzlük derilerin kurutulmasında vakum kurutma ve yaş gergi kurutma yöntemi

uygulanabilmektedir. Sonuçlar göstermektedir ki yaş gergi kurutma yöntemi çok yüksek alan kazanımı sağlaması yanında derinin bazı fiziksel özelliklerinde de üstünlük sağlamaktadır. Vakum kurutma yöntemine göre düşük fiziksel özellikler gösteren istisnalar önemsiz ise yaş gergi kurutma yöntemi ayakkabı yüzlük deri üretimi için ideal bir kurutma yöntemi olarak nitelendirilebilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Alexander K. T. W., Covington, A. D. and Stosic, R. G., 1993, The Production of Soft Leather Part 2: Drying and stres softening, *JALCA*, 88:254-277pp.

BASF, 2003, Pocket Book For The Leather Technologists, BASF Aktiengesellschaft, 67056 Ludwigshafen, Germany, 242p.

Başaran, B., 1993, Ayakkabı Sayası Üretiminde Kullanılan Derilerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 52-98s.

Bienkiewicz, K., 1983, Physical Chemistry of Leather Making, Robert E. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, 510-520pp.

Bitlisli B. O., Başaran B., Aslan A. ve Zengin G., 2003, Yüzlük Derilerin Su Buharı Geçirgenliği Özelliğine Ayakkabı Boyalarının Etkisi, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 40(1), İzmir, 149-154s.

Covington, A., 2009, Tanning Chemistry: The Science Of Leather, The Royal Society Of Chemistry, Uk, 421p.

Coulson, J. M. and Richardson, J. F, 1978, Chemical Enginnering Vol. II, Pergamon Pres, New York, 713p.

Dayighi, D., 1996, The Boiling Point of Water as Function of absoulute pressure, *Leather*, 27-32pp.

Friese, H., 1984, Fiziksel Test Metotları ve Normları, Deri Semineri, Türk Henkel A.Ş, İstanbul.

Haghi, A. K. and Rondot, D., 2004, Heat and Mass Transfer in Leather Drying Process, *Iranial Journal of Chemistry & Chemical Engineering-International English Edition*, 23:25-34pp.

Harnagea, F. and Secan, C., 2008, Researches Upon The Tensile Strength and Elonfation at Break of the Leather Substitutes, Departament of Footwear Design and Technology, Oredea, Romania.

Dieckman, H., 1968, The Influence of Drying Processes in Particular Vacuum Drying on the Leather Softness, *The Leather Manufacturer*, 85:22-35pp.

Heidemann, E. and Renteria, R., 1983, Influence of Temperature and the Tension Developed in Togling Drying, *Das Leder*, 34:188-192pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Heidemann, E., 1993, Fundamentals of Leather Manufacture, Eduard Roether KG Druckerei und Verlag, Darmstadt, 542-567pp.

IULTCS, “Leather Terms”, http://www.iultcs.org/leather_terms/d.asp (Erişim tarihi: 14 Ekim 2012)

Jeyapalina, S., Attenburrow, G. and Covington, A., 2007, Investigation of leather drying by dynamic mechanical thermal analysis (DMTA), *JSLTC*, 91:102-107pp.

Kanagy, R., 1965, Physical and Performance Properties of Leather, The Chemistry and Technology of Leather, O’Flaherty, F., Roddy, W. T. and Lollar, R. T. (eds.), Reinhold Publishing Corporation, New York, 369-417pp.

Karavana, H. A., 2001, Kombine Tabaklamada Çinkonun Kullanılabilirliği Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 38-41s (yayımlanmamış).

John, G., 1996, Possible Defects in Leather Production, Europaring 24 D-68623, Lampertheim, 147-149pp.

Leather International Magazine, 2006, “Effect of Mechanical Stretching on Area Yield and Quality”, http://leathermag.com/news/archivestory.php/aid/11482/Effect_of_mechanical_stretching_on_area_yield_and_quality.html, (Erişim tarihi: 2 Ekim 2012)

Liu, C.-K. and DiMaio G. L., 2000, Vacuum Drying Studies for Leather, *JALCA*, 95:102-110pp.

Liu, C.-K. and DiMaio G. L., 2001, Effects of Vacuum Drying Variables on the Mechanical Properties of Leather, *JALCA*, 96:243-254pp.

Liu, C.-K., Latona, N. P. and DiaMio G. L., 2002a, Area Retention Studies for Vacuum-Dried Leather, *JALCA*, 97:355-368pp.

Liu, C.-K., Latona, N. P. and DiaMio G. L., 2002b, Staking nad its Interaction with Fatliquoring on Vacuum-Dried Leather, *JALCA*, 97:329-338pp.

Liu, C.-K., Latona, N. P. and DiaMio G. L., 2002c, Effects of Fatliquor on Vacuum Drying of Leather, *JALCA*, 97:284-293pp.

Liu, C.-K., Latona, N. P. and Lee, J., 2004, Effects of Drying Methods on Chrome-Tanned Leather, *JALCA*, 99:205-210pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Liu, C.-K., Latona, N. P. And Lee, J., 2011, Drying Leather with Vacuum and Toggling Sequentially, *JALCA*, 106:76-82pp.

Manich A. M., Castellar M. D., Gonzales B., Ussman M. H. and Marsal A., 2006, Influence of Leather Stretching to Gain Area Yield on Its Stress-Relaxation Behavior, *Journal of Applied Polymer Science*, 102:6000-6008pp.

New England Tanners Club, 1993, Leather Facts 3rd Edition, Peabody, MA, 21p.

Roosevelt, D. S., Sadulla, S. and Ramasami, T., 2000, Solar Dryer for Leather and a Comparative Study on the Characteristics of Open-, Solar- and Electrical-Dried Leathers, *Renewable Energy*, 19:123-134pp.

Sarı, Ö., 1996, Deri Analiz ve Kalite Kontrol Ders Notları, E.Ü. Ziraat Fakültesi, Bornova, (yayımlanmamış).

Skinsi, D., Bajza, Z. and Arapovic, A., 1996, Experimental Evaluation of the Microwave Drying of Leather, *JSCLT*, 79:171-177pp.

Thorstensen, T.C., 1993, Practical Leather Technology, Krieger Publishing Company, Malabar, Floarida, 222-237pp.

TS 4117 EN ISO 2589, 2006, Deri-Fiziksel ve Mekanik Deneyler-Kalınlık Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 7s.

TS 4118-2 EN ISO 3377-2, 2005, Deri – Fiziksel ve Mekanik Deneyler – Yırtılma Yüğü Tayini - Bölüm 2: Çift Kenar Yırtığı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 7s.

T.S. 4121 EN ISO 2420, 2005, Deri - Fiziksel ve Mekanik Deneyler - Görünür Yoğunluk Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 7s.

T.S. 4131, 1985, Mamul Deriler - Sırça Dayanımı ve Gerilebilirlik Tayini - Bilye Patlama Deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 7s.

TS EN ISO 2418, 2006, Deri - Kimyasal, Fiziksel, Mekanik ve Haslık Deneyleri – Numune Alma Bölgeleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 11s.

TS EN ISO 2419, 2012, Deri - Fiziksel ve Mekanik Deneyler - Numune Hazırlama ve Şartlandırma, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 11s.

TS EN ISO 3376, 2012, Deri – Fiziksel ve Mekanik Deneyler – Çekme Mukavemeti ve Uzama Yüzdesinin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 13s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

TS EN ISO 3377-1, 2012, Deri – Fiziksel ve Mekanik Deneyler – Yırtılma Yüğü Tayini – Bölüm 1: Tek Kenar Yırtığı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 11s.

TS EN ISO 14268, 2014, Deri - Fiziksel ve Mekanik Deneyler - Su Buharı Geçirgenliği Tayini (ISO 14268:2012), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 19s.

TS EN ISO 17236, 2009, Deri - Fiziksel ve Mekanik Deneyler – Kalıcı Uzama Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 7s.

TS EN ISO 23910, 2013, Deri - Fiziksel ve Mekanik Deneyler - Dikiş Yırtılma Direncinin Ölçülmesi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 3s.

Toptaş, A., 1993, Deri Teknolojisi, Sade Ofset, İstanbul, 445-475s.

UNIDO, 1996, Acceptable Quality Standards in the Leather and Footwear Industry, UNIDO Publication, Sales No. UNIDO.95.4.E., Vienna.

Van Vlimmern, P., 1956, Die Zeitliche Anderung der Wasserabgabeschwindigkeit im Laufe der Ledertrocknung, *Das Leder*, 7:248p.

Venkatachalam, P. S., 1962, Alum Combination Tannage, Lecture Notes on Leather, 208-213pp.

Yakalı, T., 1982, İzmir'deki Deri Fabrikalarında İşlenen Ayakkabı Yüzlük Derilerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerinde Araştırmalar, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No 458, Bornova, İzmir.

Yakalı, T. ve Dikmelik, Y., 1994, Deri Teknolojisi Yaş İşlemler, Özen Ofset, İzmir, 221-228s.

ÖZGEÇMİŞ

14 Aralık 1985 Gerede/Bolu doğumlu olan Kemal KILINÇ, ilk ve ortaöğrenimini Gerede’de tamamladı. 2003 yılında girdiği Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Deri Mühendisliği Bölümünü’nden 2008 yılında bölüm üçüncüsü olarak mezun oldu. 2010 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Deri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı. Evli ve bir çocuk babası olup, İngilizce bilmektedir.