

## Yüzey Gerilim Kuvveti, Değim Açısı ve Serbest Enerji Değişimi: Bölüm 2. Güncel Kullanım ve Dişhekimliği Uygulamaları

*Surface Tension, Contact Angle and Surface Free Energy:  
Part 2. Daily Practice and Dental Applications*

Gülcan COŞKUN AKAR<sup>1</sup> Gökhan AKSOY<sup>2</sup>

Ege Üniversitesi, <sup>1</sup>Atatürk Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, <sup>2</sup>Dişhekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, İZMİR

### Özet

Günümüzde, gelişen teknoloji ile paralel olarak dişhekimliğinde kullandığımız malzeme ve materyallere yenileri eklenmekte, uyguladığımız yöntemler yenilenmekte ve değişmektedir. Sıklıkla kullanılan materyallerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin, birbirleri ve çalıştığımız dokular ile etkileşim mekanizmasının bilinmesi yapılan sağıaltımın sürekli ve başarılı olması için oldukça önemlidir.

Kullanılan malzemelerin etkileşiminin değerlendirilmesinde ıslanabilirlik ve ıslatabilirlik önemli kriterlerdendir. Tarayabildiğimiz kaynaklarda, ıslanabilirlik konusu ele alınmış, farklı sanayi dallarında kullanım alanları ve dişhekimliğinde ıslanabilirlik ilkesine dayanan olaylar değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, kullanılan malzemelerin çalışma ortamı ve birbirleri ile ilişkilerinin bilinmesi sağıaltımın başarılı ve doğabilecek sorunların çözümlenebilmesi açısından oldukça önemlidir.

**Anahtar sözcükler:** Değim açısı, ıslanabilirlik, yüzey enerjisi, dişhekimliği

### Abstract

*Advances in dental restorative materials and techniques parallel to the highly developed technologies have prompted the changes in the methods that are currently being used. The understanding of the physical and chemical properties of frequently used dental materials and their interactions with biological tissues is of great importance for the success and longevity of the dental treatment.*

*Wet ability and wettability are among the most important criteria for the evaluation of the interaction of currently used dental materials. In this literature review, wet ability of dental materials has been considered and different uses of industrial as well as dental related filods have been evaluated.*

*It was concluded that the understanding of the applied sciences of dental materials and their relationships with each other was important for the success of the treatment and preventing potential problems.*

**Keywords:** Contact angle, wet ability, surface free energy

### Giriş

Dişhekimliğinde kullanılan çok farklı yapı ve özellikte malzemeler birbirleri ve buldukları ortam ile sürekli etkileşim içindedirler. Katı malzemeler sıvı malzeme ve ortam tarafından belirli derecelerde ıslatılırlar. ıslanabilirlik olarak bilinen bu yüzey özelliği malzemenin kimyasal yapısına ve ortam koşullarına bağlı olarak değişir. Değim açısının ölçülmesi bu özelliğin belirlenmesinde kullanılan en yaygın yöntemdir. Bu açı değeri ne kadar düşükse malzemenin söz

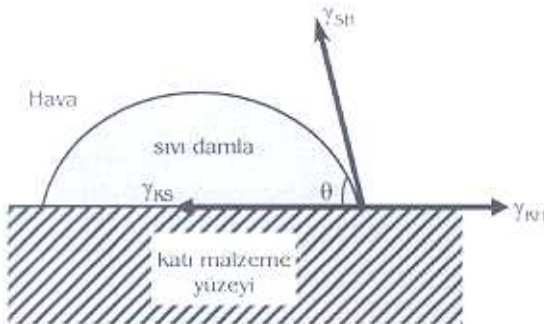
konusu sıvı tarafından ıslatılabilmesi o derece fazla ve ne kadar yüksekse o derece az olacaktır. Ayrıca bu açı değeri ve malzemenin ya da yüzeyin içinde bulunduğu sıvı ortamın hava ile yaptığı arayüzde ölçülen gerilim kuvveti kullanılarak sistemin serbest enerjisinin ne kadar değişeceği de hesaplanabilir. Sistemin serbest enerjisi malzemenin belirli bir sıvı tarafından ıslatılması işinin ne kadar olası olduğunu ifade etmektedir. Genel olarak diş hekimliğinde kullanılan katı malzemelerin ıslanabilirlik, sıvı malzemelerin ıslatabilirlik özelliklerinin artması istenmektedir.



Malzeme bilgisinin günlük dişhekimliği uygulamalarında önemli göz önüne alınırsa daha temel bir konu olan ıslanma/ıslatma konusundaki bilgilerin önemi daha iyi anlaşılabilir. Dişhekimliğinde kullanılan malzemeler ve yapılan uygulamalar nedeniyle bu konu üzerindeki bilgi ve deneyimlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenlerle bu makalede; ıslanabilirliğin değerlendirilmesinde deyim açısı tanımlanarak, deyim açısı, yüzey gerilimi ve serbest yüzey enerjisinin pratikte ve dişhekimliğinde kullanım alanlarına ilişkin örnekler verilmektedir.

## Deyim açısı

Katı yüzeyine yerleştirilen bir sıvı-damla Şekil 1'de görüldüğü gibi üç fazın (hava, sıvı, katı) arayüzey gerilim kuvvetlerinin söz konusu sistem için dengeye ulaşmasına bağlı olarak ya yüzeye tamamen yayılır (temiz bir cam üzerindeki sıvı gibi) ya da yayılmadan damla şeklinde kalır (cam üzerinde civa, mum üzerinde su gibi). Bu yayılmanın derecesi, damlanın katı yüzey üzerinde (üç fazın arayüzey gerilim kuvvetlerinin dengede olduğu noktada) oluşan açı sıvı tarafı doğru ölçülerek bulunabilir (Şekil 1). Damlanın eğimlenmiş yüzeyine çizilen teğet çizgisi ile ıslanmış katı yüzey arasında kalan açı *deyim açısı* adını alır.<sup>1,2,3</sup> Bu açıyı ölçmek amacı ile bir mikroskop ve gonyometre içeren deyim açısı ölçüm cihazları yapılmıştır ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Ölçülen açı değeri ne kadar küçükse, sıvı malzeme yüzeyinde o kadar fazla yayılıyor; ne kadar büyükse, o kadar yayılmıyor ve damla şeklini koruyor demektir.<sup>1,4,5</sup>



Şekil 1. Deyim açısının görünümü

$\theta$  : Deyim Açısı

$\gamma_{SH}$ : Sıvı-Hava arasındaki yüzey gerilimi

$\gamma_{SH}$ : Katı-Hava arasındaki yüzey gerilimi

$\gamma_{KS}$ : Katı-Sıvı arasındaki yüzey gerilimi

## Deyim açısı ve serbest yüzey enerjisinin güncel önemine ilişkin örnekler

Katılar üzerinde sıvıların deyim açılarının ölçümü teknolojide büyük önem taşır. Bu özellikle su için önemlidir. Dünya üzerinde suyun her hareketi, onun temas ettiği katıları ıslatabilme davranışı ile kontrol edilir. Örneğin, suyun derimizde oluşturduğu deyim açısı 90°'dir. Eğer bu açı 0° olursa deride bulunan porlar tarafından penetre edilir ve daha sonra kan hücrelerince emilir.<sup>6</sup> Kuşların tüy yapıları öyle şekillenmiştir ki, tüy üzerinde suyun deyim açısı 150° ve daha fazladır.<sup>6</sup>

Matbaada kullanılan mürekkeplerin üretilmesinde, kâğıt üzerinde mürekkep damlası tarafından oluşturulan deyim açısı, mürekkebin basım kalitesini belirler. Pratikte açı 90-110° arasında olmalıdır. Açı 90°'den az ise mürekkep kâğıt üzerinde dağılır. 110°'den fazla ise baskı sırasında kırıklar oluşur. Optimum baskı kalitesi elde edebilmek için kâğıt, metal yüzeyler ve plastik yüzeylerin belirli yüzey gerilim değerlerine sahip olmaları gerekmektedir.<sup>6</sup>

Tekstil ve fiber sanayinde deyim açısının ölçümü, aşın streslerin önlenmesi açısından önemlidir. Pamuk iplik genellikle su ile ıslatılır. Fakat sentetik kumaşların su ile oluşturduğu deyim açısı bilinmelidir. Örneğin, naylon yaklaşık 40°'lik deyim açısı oluşturur. Diğer bir ifade ile, bu durum kumaşın su ile yıkanması sırasında kir ve toprağın uzaklaştırılmasını zorlaştırır. Fakat yüzeyin ıslanmaması, şemsiye kumaşları ve yağmurluklar için avantaj oluşturur. Slikon polimer ile kaplama da ıslanabilirliği azaltır.<sup>6</sup>

Poliyeten, polipropilen ve teflon gibi polimerlerin çoğu, bazı sıvılar ile yüksek deyim açıları oluştururlar. Bu durum polimerlerin kullanım alanlarında avantaj sağlar. Örneğin, tavaların teflon olması istenir. Yapılan deyim açısı ölçümlerine göre, yemek yağının teflon üzerinde 35°'lik bir açı oluşturması gerekir. Böylelikle, yağ yüzeye yapışmadığı için kolay bir temizleme yapılacaktır.<sup>6</sup>

Böcek öldürücülerin etkinliği, bu materyallerin böcek yüzeyini ıslatabilmelerine bağlıdır. Çoğu böcek ilacında, düşük yüzey gerilimine sahip inorganik sıvı tam bir yayılım sağlaması amacıyla sprey olarak kullanılır. Çoğu böcek ilacı ve zehirinin sprey formunda, deyim



açısı temel alınır.<sup>5</sup> Biyolojide böcek ve mantar ilaçlarının bitki yüzeylerini ıslatabilirlik özellikleri ilaçların etkinliklerinin belirlenmesinde önemlidir. Aynı şekilde asit yağmuru ve bitki yaprağı arasındaki etkileşimde ürünün korunup korunmadığının bilinmesinde deyim açısı değerleri kullanılır.<sup>6</sup>

Kompozit yapıların farklı komponentleri arasındaki adezyon ile cam-metal, deri-kumaş, odun-kağıt gibi farklı materyaller arasındaki adezyon, deyim açılarının ölçülmesi ile belirlenir. Adezivlerle birbirine bağlanan iki yüzeyin adezyon kuvveti, adezivin materyali ıslatabilme özelliği de bu yöntem ile değerlendirilir.<sup>1,7,8</sup>

Deyim açısı çalışmaları ile elde edilen en önemli teknolojik uygulama, kum yataklarından tekrar kazanılan petrolün çıkarılması konusunda olmuştur. Deyim açısı maden sanayiinde de önemlidir. Ağır metallerin mineral içeriklerinin ayrılması örnek verilebilir. Kimya endüstrilerinde kullanılan değiştiriciler ve kondansatörlerde; metal yüzey kalsiyum sitreat veya oleik asit gibi ıslanmaz ajanlar ile kaplanırsa maksimum etkinlik sağlanır.<sup>9</sup> Deyim açısının önem kazandığı bir diğer alan da, içerdikleri yüzey aktif ajanlar ile kıyafetlerin temizlenmesini sağlayan deterjanlardır. Kıyafetler kir ya da yağ gibi maddeler ile temas ettiklerinde temizlenebilmeleri için suyun kir partiküllerine penetre olması ve yayılması gereklidir. Katı-sıvı, sıvı-hava arasındaki gerilimler mümkün olduğunca küçük değerde ise yayılma gerçekleşir.<sup>6</sup>

Bireylerin deri ve saçları için kullandıkları losyonlar, sabunlar, yağlar ve diğer malzemelerin etkinliklerinin değerlendirilmesinde deyim açısı değerleri ve yüzey gerilimleri kullanılır. Ayrıca, çeşitli kozmetik ürünlerin zaman ve ısıya bağlı emilimlerinin geliştirilmesinde de önemlidirler. Güneş kremlerinde güneş ışınlarını bloke etmek için titanyum di oksit kullanılır. Bu materyalin etkinliği, sıvının yüzey gerilimi ve asılı partiküllerin yüzey enerjilerinin ölçülmesi ile belirlenir.<sup>6</sup>

Metal ve oksit yüzeyler üzerinde sıvı metallerin deyim açılarının bilinmesi, lehimleme, pirinç ile kaplama, kayalama ve ısı iletiminin değerlendirilmesinde önemlidir.<sup>6</sup>

Eczacılıkta, ilaçların kapsül, tablet ve toz formlarının, çeşitli vücut sıvılarında çözünme ve ıslanabilirliklerinin belirlenmesinde de deyim açısı ölçümlerinden ya-

rarlanılır.<sup>6</sup> Tıpta, ilaç yüzeyleri, hücre yüzeyleri, bakteriler ve implant materyallerinin kritik yüzey enerji değerlerinin bilinmesi, hastalıkların tedavisi ve organ implantasyonunda önem kazanır.<sup>6</sup>

Sarılık hastalığı için yapılan teste de yüzey gerilimi önem kazanır. Normal idrann yüzey gerilimi değeri yaklaşık 66 dyn/cm iken, sarılık durumunda bu değer 55 dyn/cm değerine düşer. Hay testinde, idrar üzerine toz sülfür serpilir. İdrarın normal olduğu durumda sülfür yüzeyde birikirken, sarılık durumunda yüzey gerilim değerinin düşmesi nedeni ile dibe çöker.<sup>9</sup>

Kontakt lenslerin ıslanabilirlik özellikleri ve temizleme solusyonlarının etkinliği deyim açısı ölçümlerinin yapılması ile elde edilebilir.<sup>6</sup>

## Deyim açısı ve serbest yüzey enerjisinin dişhekimliğinde yeri

Deyim açısı değerleri, protez kaide materyallerinin,<sup>7,9</sup> yumuşak astar materyallerinin<sup>10</sup> ve maksillofasyal protezlerin yapımında kullanılan materyallerin<sup>11</sup> ıslanabilirliklerinin değerlendirilmesinde kullanılır.

Kullanılan materyallerin yüzey enerjisi, yüzey özelliklerinin bilinmesi ve bu yüzeylerin sıvılar ile etkileşimi iyi bir adezyon için diş yüzeylerinin iyi ıslanabilir olması gerekliliği ve ağızdaki materyaller üzerinde bakteri plağı ve tükürük pelikülü adezyonunun önlenmesi açısından önemlidir.<sup>12</sup>

Adezyon dişhekimliğinde birçok uygulamada önemli rol oynar. Örneğin, diş çürükten koruyan fissür örtücü ve restorasyonların kenar mikrosızıntı sorununun çözümünde, sabit protezlerin yapıştırılmasında ve sabit ortodontik apareylerin uygulanmasında adezyon gereklidir.<sup>13</sup> Aynı zamanda diş yapılarına plak ve diş taşının tutunması adeziv mekanizma ile açıklanır.<sup>14</sup> Hareketli protezlerde tutuculuk, protez-tükürük ve tükürük-yumuşak doku arasındaki adezyon kuvvetine bağlıdır.<sup>15</sup>

Mine (hidroksilapatit) hidrofilik özelliكتedir. Tükürük ve kan gibi hidrofilik likitler ile kaplanır.<sup>15</sup> Tükürük ile diş yüzeyinin ıslatılabilmesinde de deyim açısının önemi vardır. Tükürük diş yüzeyini iyi bir şekilde ıslatarak organik yapının su kaybına engel olur. Ayrıca yağlayıcı özelliği ile diş yüzeyinde sürtünmeye dayanan aşınmaların aza indirgenmesinde rol oynamak-



tadır. Tükürüğün bu görevlerini yerine getirebilmesi için diş yüzeyini tam anlamıyla ıslatabilmesi gerekir.

Günümüzde diş üzerine tutunan ağız organik yapıları, mikroorganizmalar ve bunların yan ürünleri diş çürüğü ve dişeti rahatsızlıklarının ana etkeni olarak değerlendirilmektedir. Ağız içindeki çeşitli yüzeyler üzerinde biriken plak miktarı, yüzey pürüzlülüğü,<sup>16,17</sup> elektriksel özellikler (zeta potansiyel)<sup>18</sup>, hidrofobisite<sup>19</sup> ve materyalin yüzey enerjisi<sup>16,20,21</sup> gibi faktörlerden etkilenir.

Dişhekimliğinde restoratif amaçla kullandığımız tüm materyaller (porselen, metal, akril, kompozit) farklı yüzey özelliklerine, farklı yüzey enerjisi ve ıslanabilirlik derecesine sahiptirler. Özellikle metalik restorasyonların yüzey enerjisi diş minesinininkinden daha yüksektir. Bu nedenle restorasyon üzerinde debris birikimi daha hızlı olmaktadır. Restorasyon çevresinde oluşan marginal çürüklerin yüksek oranı kısmen de olsa bu sebeple açıklanmaktadır.<sup>14</sup> Düşük yüzey enerjisine sahip restoratif materyaller plak formasyona daha dirençli olabilir. Bu da dişler ve restoratif materyallerin plağa karşı resistant geliştirilmesinde avantaj olabilir.<sup>12</sup>

Kawai ve ark.<sup>22</sup> amalgam, altın, kompozit rezin ve üç farklı seramik materyalini kullandıkları çalışmalarında en az plak birikimin seramik materyallerde olduğunu göstermişlerdir. Kompozit yüzeylerde mine, silika ve dental amalgamdan daha fazla plak birikimi görülür.<sup>23</sup> Yüzey enerjisi düşük olan ağız içi sert dokularda, supragingival plak oluşumu, gelişimi ve bakteri birikimi azdır. Mine yüzeylerinin ıslanabilirliği suda çözülmüş florür solüsyonları ile düşürülebilir. ıslanabilirliğin azalması mine üzerindeki plak birikimini de azaltır. Topikal flor uygulamalarının başarılı olabilmesi için florun diş üzerine yeterli sürede uygulanması ve diş yüzeyinin diş etkenlerden korunması gereklidir.<sup>16</sup> Bu konuda subgingival bölge için yüzey karakterinin etkisi açık değildir.<sup>24</sup>

Restoratif materyal ve diş yapısının zayıf ıslanabilirliği bazen avantaj olabilir. Hidrofobik materyallerin renk stabiliteyi iyidir ve boyanmaya karşı dirençlidirler.<sup>25</sup>

Diş yapısı ve dental restorasyon arasında oluşan sızıntı restorasyonun yerleştirilmesinden sonra devam eden hassasiyet, tekrarlayan çürükler ve restorasyon

nun kenarlarındaki düzensizlikler, restorasyon ve diş arasındaki adezyon eksikliği ile birleştiğinde şiddetli boyut kazanır. Günümüzde diş yapılarına adezyon gösteren gelişmiş adezivlerin kullanımı ile sızıntı olayının önüne geçilmeye çalışılmaktadır.<sup>14</sup>

ıslanabilirlik konusunun protetik dişhekimliğinde kullanım alanı bulduğu sahalarda başında seramik çalışmalarını görmektedir. Seramik hamurunun hazırlanmasından hamurun diş üzerinde işleme ve şekillendirme işlemlerine kadar tüm uygulamalarda ıslanabilirlik konusu karşımıza çıkar. İyi bir seramik hamuru elde edebilmek için seramik tozlarının likit ile iyice ıslatılabilmesi gerekir. Homojen hazırlanmış seramik hamurunun işleme ve pişirme aşamalarında uygulayıcıya sağladığı kolaylıklar tartışmasızdır. Seramik çalışmalarında uygulama seramik hamurunun tabakalar halinde diş üzerinde biriktirilmesi daha sonra şekillendirilmesi esasına dayanır. Bu tabakalama ve şekillendirme işleminde de ıslatabilirlik şarttır. Bu sağlanmadığı takdirde seramik çalışmasındaki bütünlük elde edilemez. Tabakalar birbiri üzerine uygun deyim açısı ile yerleştirildiğinde ıslanabilirlik temel ilkesi seramik çalışmasında bütünlüğün sağlanmasına olanak verir. Böylece bir seramik çalışmasında opak aşamasından glazür aşamasına kadar her evrede ıslanabilirlik ve dolayısıyla deyim açısı gündeme gelmektedir.

Tamir edilmiş seramik restorasyonun ya da rezin siman ile yapıştırılan tüm seramik restorasyonun klinik başarısı, seramik ve rezin arasındaki bağlantının kalitesi ve kalıcılığına bağlıdır. Bağlantı kalitesi ise, materyalde kimyasal ve/veya mikromekanik retansiyon oluşturmak için kullanılan spesifik yüzey işlemleri ile kontrol edilen bağlantı mekanizmalarına bağlıdır.<sup>26</sup> Bağlantının başarısı için kumlama, asitleme, silika kaplama ve bunu takiben silanlama işlemleri kullanılmaktadır. 1940'dan beri, seramik ya da metaller arasında bağlantıyı arttırmak için silanlar kullanılmaktadır.<sup>27</sup> Seramik yüzeylere silan uygulanması ve asitlenmesi seramiklerin yüzey enerjilerini düşürür.<sup>28</sup> Asitlenmiş seramik yüzeyleri hiçbir işlem yapılmamış yüzeylerden daha düşük deyim açısı değerine sahiptir. Bu asitlenmiş yüzeyin topografisine bağlıdır. Pürüzlendirilmiş yüzeyin toplam yüzey alanı düzgün yüzeyden daha fazladır. Yüzey alanı arttıkça daha fazla sıvı yüzey üzerinde yayılır ve katı-sıvı arasındaki



etkileşim kuvveti artar.<sup>26</sup> Silan kaplı yüzeyler organofilik ve hidrofobik özellik kazanırlar<sup>27</sup> ve bu yüzeylerin yüzey enerjileri rezin adeziv uygulanmış yüzeylerinden daha düşüktür.<sup>28,29</sup>

Seramik yüzeylere tamir materyalinin yapışmasında seramik yüzeyin artmış yüzey ıslanabilirlik özelliği ve bağlantı sağlamak için düşük viskozite ve yüksek akış özelliğinde bir adeziv tabakasına gereksinim vardır.<sup>20,30,31</sup> Adeziv rezin katı seramik yüzeyi ile temasa geçtiğinde ıslanır, yüzey üzerinde yayılır ve düzensiz seramik yüzeyi üzerindeki pit ve oluklara penetre olur. Adeziv rezin polimerize olduğunda, seramik yüzeyi ile mekanik kilitleme, rezin bağlı kompozit ile kimyasal bağlantı oluşturur.<sup>3,32</sup> Bu nedenle adeziv rezinin pürüzlendirilmiş seramik yüzeyi ıslatabilmesi, seramiğin rezin ile optimal bir bağlantı kurabilmesi için çok önemli ve gereklidir.<sup>33</sup> Başarılı bir adezyon için, tutululan yüzeyin (mine-dentin) serbest yüzey enerjisinin fazla, bağlayıcı ajanın yüzey geriliminin düşük olması ve değim açısının sıfır dereceye yakın olması gereklidir.<sup>34</sup> Başka bir anlatım ile tam bir yüzey ıslanabilirliğinin sağlanabilmesi için adezivin viskozitesi düşük, yüzey gerilimi ise katının kritik yüzey enerjisine eşit ve daha az olmalıdır.<sup>37</sup> Adezivin yüzey gerilim değeri yaklaşık 20-30 dyn/cm arasında olması istenir. Adezivin yüzey gerilim değeri ne kadar düşük ise değim açısı da o kadar azalacak ve daha güçlü bir adezyon oluşacaktır.<sup>35</sup>

Kompozit dolgu materyalleri ile diş yapısının bağlantılarında, tüm seramiklerin yapıştırılmasında diş yüzeylerinin hazırlanmasında, primer tabakaya gereksinim duyulmaktadır. Bu tabaka hidrofobik özellikte olan adeziv ile hidrofilik özellikte olan diş dokularının bağlanmasında rol alır. Seramiklerin tamirinde ve tüm seramiklerin yapıştırılmasında, inorganik yapı (seramik) ile organik yapı (kompozit) arasında bağlantı kuran silan tabakası gibi görev görür.

Günümüzde oldukça yaygınlaşan dental implantlar gibi biyomateryallerin uzun süreli olmasını ve başarısını etkileyen etmenlerden birisi de ıslanabilirliktir. Dental implantı üreten firmanın uyguladığı yüzey hazırlama tekniği yüzeydeki değim açısını etkileyebilmekte bu da implant yüzeyinin ıslanabilirliğini değiştirebilmektedir. Dental implantların osteoentegrasyonunda implant materyali ile canlı doku arasında

oluşan adezyonun önemi büyüktür. Canlı dokular implant materyalini ıslatabildiği takdirde hücre adezyonu oluşabilmektedir. Osteoentegrasyonun gerçekleşmesindeki en etkin faktör budur.<sup>36</sup> Doku ve materyal arasındaki hücre adezyonunun oluşması için önceleri dental implant materyalinin türünün önemine değinilirken günümüzde üretici firmalar implant malzemelerine yüzey hazırlama tekniklerini uygulamaktadır. Implant yüzeylerinin yüzey enerjilerini arttırmak<sup>36</sup> ve hücre adezyonunu sağlamak<sup>37</sup> için implant yüzeylerine plazma uygulanmaktadır.

Başarılı bir restoratif uygulamanın ancak protez uygulanacak dokuların en iyi şekilde izlerinin elde edilmesi ile gerçekleşebileceği bilinmektedir. Protetik uygulamalarda bu nedenle ölçü alma yöntemi ve seçilen ölçü malzemesinin türü önem kazanmaktadır. Seçilen ölçü alma yöntemi ve bu yöntemeye uygun olan ölçü maddesi seçiminde dokuların net izlerini elde edebilmek için ölçü maddesinin dokuları iyice ıslatabilmesi gerekir. Dişler ve ölçü maddeleri arasındaki değim kalitesi, ölçü maddesinin uygulanmasından sonra yüzey ıslanabilirliği ve viskozite gibi çeşitli özelliklere bağlıdır.<sup>15</sup> Uygun değim açısındaki bir ölçü maddesi dokuları tam olarak ıslatabilmekte böylece tüm dokuların izleri elde edilebilmektedir. Aksi durumda ölçü maddesi dokuları ıslatamadığında net bir ölçüden söz edilemeyeceği için yapılacak olan protetik uygulamanın da başarısından söz etmek zordur. İslatma açılan incelendiğinde, sırasıyla ölçü alçısı, çinko oksit öjenol ölçü maddesi ve alginatlar en küçük ıslatma açısına sahip maddelerdir. Ölçü alçısının kullanımı pratik olmadığı için ıslatma açısı küçük, adezyon kuvveti fazla olan çinko oksit öjenol ölçü maddesi ideal ölçü maddesi olarak kabul edilmektedir.<sup>38</sup> Silikon esaslı ölçü maddelerinden kondanse silikon ilave reaksiyonlu silikondan daha az hidrofobik özelliktedir. En fazla ıslanma ise viskozitesi uzun zamanda azalan polieter'de görülür.<sup>25,30</sup> Kimyasal yapılarından dolayı vinil polisiloksan ölçü maddelerinin hem ağız içindeki dokuları ıslatabilme özellikleri, hem de alçı bazlı güdük materyallerinin sulu çözeltilerinin bu maddeleri ıslatılabilirlik özellikleri zayıftır.<sup>30,41</sup> Bu tip ölçü materyalleri kanştırıldıktan sonra mümkün olan en kısa zamanda kullanılmalıdır. Çünkü viskoziteleri hızla azalır.<sup>23</sup> Düşük viskoziteli ilave reaksiyonlu silikon maddelerinin ıslatabilme ve



ıslanabilme özelliklerinin artırılmasında ölçü yüzeyini iyileştiren maddelerinin kullanımı, plazma uygulamaları ve argon ortamında "glow discharge" gibi yöntemler önerilmektedir.<sup>15,21-25,36-40,43-45</sup>

Deri ya da mukoza ile temasta olan protetik materyallerin destek dokular arasında üstün bir lubrikant tabaka oluşturabilmeleri için ıslanabilirliklerinin iyi olması gerekmektedir. Bu durumda sürlünme azalır ve hastanın konforu artar. Silikon elastomerler maksillofasyal protezlerde sıklıkla kullanılır. Silikonlar hidrofobik materyallerdir, düşük yüzey enerjisine sahiptirler ve zayıf ıslanabilirlik gösterirler.<sup>11,36</sup> Silikon elastomerlerin ıslanabilirliğinin artırılması için silikon elastomer matrisine direkt olarak poli oksit polialken (dimetilsiloksan) kanştırılması<sup>46</sup> ve argon plazma uygulaması<sup>47</sup> gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır.

Tam protezlerin retansiyon ve stabilitesi fiziksel, mekanik, kimyasal ve biyolojik faktörlere bağlıdır. Fiziksel faktörler atmosfer basıncı, ağırlık, adezyon ve kohezyon kuvvetleri ile ilişkilidir. Protez ile destek dokular arasında yeterli adezyon için tükürüğün yüzeyler üzerinde kolaylıkla akabilmesi gereklidir. Bu nedenle, protez materyallerinin ıslanabilirlik özelliklerinin iyi olması önemlidir. Protezin retansiyonu tükürüğün fiziksel özelliklerine ve protez materyalinin ıslanabilirlik yeteneğine bağlıdır. Katı yüzey üzerinde likidin yayılma hızı, likidin viskozitesine, katı yüzeyin pürüzlülüğüne, serbest yüzey enerjisine ve yüzeyin homojen olup olmamasına bağlıdır. Bu nedenle farklı yüzey enerjisine sahip olan materyallerin ıslanabilirlik özellikleri farklıdır.<sup>7,8,49-52</sup> Yüzey gerilim değeri protezin tutuculuğunda önemli bir faktördür.

Protetik uygulamalarda sık kullanılan döküm ve lehimleme işlemlerinde de ıslanabilirlik önemlidir. Restoratif uygulamanın döküm gerektiren tüm aşamalarında malzemelerin birbirini ıslatabilmesi gerekir. Kalıp malzemesinin ömekleme materyalinin, döküm materyalinin kalıp malzemesini ıslatabilmesi döküm uygulamalarında esastır. Sağlıklı bir dökümün gerçekleşebilmesi için bu malzemeler birbirlerini uygun değer açısı ile ıslatabilmelidir. Aynı şekilde lehimleme işleminde de lehim materyalinin lehimlenecek parçaları ıslatabilmesi gereklidir.

## Sonuç

Dişhekimliğinde kullanılan malzemelerin hem ağız ortamında, hem de birlikte kullanılmasından doğa-

bilecek sorunların çözümünde ve malzemelerinin kullanım amaçlarına yönelik kalitesinin artırılmasında temel fizik ilkesi olan ıslanabilirlik ve ıslatabilirlik değerleri çok önemlidir.

Ağız içersinde farklı fiziksel özelliklere sahip dokular ve tükürük ile değerinde kullanılacak çok çeşitli malzemeyi kullanan dişhekimlerinin bu konuyu iyi bilmeleri ve gerek ağız içi, gerekse ağız dışı uygulamalarında bu bilgileri kullanmaları gereklidir. Böylece hem hijyen koşullarının, hem de malzemeden beklentilerin en üst düzeyde gerçekleşmesine olanak sağlanmış olur.

## Kaynaklar

1. Olphen HV. Colloidal Chemistry. John Wiley and Sons, Inc., New York, 1987, 92-108.
2. Alberty RA. Physical Chemistry, 7th ed., John Wiley and Sons, Inc., New York, 2000, 306-307.
3. Kittsley SL. Physical Chemistry, 2nd ed., Barnes and Noble Inc., New York, 1963, 25.
4. Oh W, Shen C, Alegre B, Anusavice K.J. Wetting characteristics of ceramic to water and adhesive resin. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 616-621.
5. Zissis AJ, Polyzois GL, Jagger RG, Waters MG. Wettability of visible light-curing dental lining materials. *Int J Prost* 2001; 14: 250-254.
6. <http://www.futuredigitalscientific>.
7. Kilani BH, Relief DH, Guidag MV, Castleberry DJ, Fischer TE. Wettability of selected denture base materials *J Prosthet Dent* 1984; 52: 288-291.
8. Monsenego P, Baszkin A, de Lourdes Costa M, Lejoyeux J Complete denture retention Part II: Wettability studies on various acrylic resin denture base materials *J Prosthet Dent* 1989; 62: 308-312.
9. Murray MD. Investigation into the wettability of poly (methylmethacrylate) *in vivo*. *J Dent* 1986; 14: 29-33.
10. Louka AN, Gesser HD, Kasloff Z A laboratory evaluation of the effect of two surface wetting treatments on soft denture liners. *J Dent Res* 1977; 56: 953-59.
11. Waters MG, Jagger RG, Polyzois GL. Wettability of silicone rubber maxillofacial prosthetic materials. *J Prosthet Dent* 1999; 81: 439-443.
12. Combé EC, Owen BA, Hodges JS. A protocol for determining the surface free energy of dental materials. *Dent Mater* 2004; 20: 262-268.



13. Ferracane JL. *Materials in Dentistry: Principles and Applications*. JB Lippincott Company, Philadelphia, ABD, 1995, 22-24.
14. Phillips RW, Moore BK. *Elements of Dental Materials For Dental Hygienists and Dental Assistants*. 5th ed., WB Saunders Company, Philadelphia, ABD, 1994, 14-19.
15. Mondon M, Ziegler C. Changes in water contact angles during the first phase of setting of dental impression materials. *Int J Prosthodont* 2003; 16: 49-53.
16. Quirynen M, van der Mei HC, Bollen CM, et al. An *in vivo* study of the influence of the surface roughness of implants on the microbiology of supra-and subgingival plaque. *J Dent Res* 1993; 72: 1304-1309.
17. Quirynen M, Bollen CM. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra-and subgingival plaque formation in man: A review of the literature. *J Clin Periodontol* 1995; 22: 1-14.
18. Satou J, Fukunaga A, Satou N, Shintani H, Okuda K. Streptococcal adherence on various restorative materials. *J Dent Res* 1988; 67: 588-591.
19. Olsson J, van der Heijde Y, Holmberg K. Plaque formation *in vivo* and bacterial attachment *in vitro* on permanently hydrophobic and hydrophilic surfaces. *Caries Res* 1992; 26: 428-433.
20. van Dijken JW, Ruyter IE. Surface characteristics of posterior composites after polishing and toothbrushing. *Acta Odontol Scand* 1987; 45: 337-346.
21. Quirynen M, Marechal M, Busscher HJ, Weerkamp AH, Arends J, Darius PL, van Steenberghe D. The influence of surface free energy on planimetric plaque growth in man. *J Dent Res* 1989; 68: 796-799.
22. Kawai K, Urano M. Adherence of plaque components to different restorative materials. *Oper Dent* 2001; 26: 396-400.
23. Larato DC. Influence of silicate cement restorations on gingiva. *J Prosthet Dent* 1971; 26: 186-188.
24. Quirynen M, van Der Mei HC, Bollen CM, et al. The influence of surface free energy on supra-and subgingival plaque microbiology. An *in vivo* study on implants. *J Periodontol* 1994; 65: 162-167.
25. Iazetti G, Burgess JO, Gardiner D, Ripps A. Color stability of fluoride-containing restorative materials. *Oper Dent* 2000; 25: 520-525.
26. Della Bona A, Shen C, Anusavice KJ. Work of adhesion of resin on treated lithia disilicate-based ceramic. *Dent Mater* 2004; 20: 338-344.
27. Plueddemann EP. *Silane coupling agents*. Plenum Press, New York, 1991.
28. Della Bona A, Anusavice KJ, Shen C. Microtensile strength of composite bonded to hot-pressed ceramics. *J Adhes Dent* 2000; 2: 305-313.
29. Jardel V, Dégrange M, Picard B, Derrien G. Correlation of topography to bonded strength of etched ceramic *Int J Prosthodont* 1999; 12: 59-64.
30. Kiatsirirote K, Northeast SE, van Noot R. Bonding procedures for intraoral repair of exposed metal with resin composite. *J Adhes Dent* 1999; 1: 315-321.
31. Chadwick RG, Mason AG, Sharp W. Attempted evaluation of three porcelain repair systems-what are we really testing? *J Oral Rehabil* 1998; 25: 610-615.
32. Waters MGJ, Jagger RG, Jerolim V, Williams KR. Wettability of denture soft - lining materials. *J Prosthet Dent* 1995; 74: 644-646.
33. Phoenix KD, Shen C. Characterization of treated porcelain surface via dynamic contact angle analysis. *Int J Prosthodont* 1995; 8: 187-194.
34. Gökçe B. Farklı yöntemlerle pürüzlendirilmiş diş yüzeylerine yapıştıkları tüm seramik materyallerin bağ dayanımlarının araştırılması Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 2004.
35. Kumbuloğlu ÖT. Porselen restorasyonların tamirinde kullanılan farklı tamir materyallerinin çeşitli yüzey preparasyonları uygulanarak kopma, bağlanma, kırılma dirençlerinin *in vitro* ve *in vivo* olarak karşılaştırılması değerlendirilmesi Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 2003.
36. Baille RE, Mayer AE. Implant surface preparation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1988; 3: 9-20.
37. Baille RE, Mayer AE, Natiella JR, Natiella RR, Carter JM. Surface properties determine bioadhesive outcomes: methods and results. *J Biomed Mater Res* 1984; 18: 337-355.
38. Çalikkocaoglu S. Tam Protezler. Cilt 1. Teknografik, İstanbul, 1998, 117-126.
39. Vassilakos N, Fernandes C F, Nilner K. Effect of plasma treatment on the wettability of elastomeric impression materials. *J Prost Dent* 1993; 70: 165-171.
40. Kess RS, Combé EC, Sparks SB. Effect of surface treatments on the wettability of vinyl polysiloxane impression materials. *J Prosthet Dent* 2000; 83: 98-102.
41. Rupp F, Axmann D, Jacobi A, Groten M, Geis-Gerstorfer J. Hydrophilicity of elastomeric non-aqueous impression materials during setting. *Dent Mater* 2005; 21: 94-102.
42. Fernandes CP, Vassilakos N, Nilner K. Surface properties and castability of elastomeric impression materials after plasma cleaning. *Dent Mater* 1992; 8: 354-358.

43. Norling BK, Reisbide MH. The effect of nonionic surfactants on bubble entrapment in elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent* 1979; 42: 342-347.
44. Lacy A, Treleaven S, Jendrensen M. The effect of selected surfactants on the wetting behavior of gypsum die stone on impression materials. *CDAJ* 1977; 5: 36-40.
45. Pratten DH, Craig RG. Wettability of hydrophilic addition silicone impression material. *J Prosthet Dent* 1989; 61: 197-202.
46. Polyzois GI, Winter RW, Stafford GD. Boundary lubrication of maxillofacial prosthetic polydimethylsiloxanes. *Biomaterials* 1991; 12: 79-82.
47. Aziz T, Waters M, Jagger R. Surface modification of an experimental silicone rubber maxillofacial material to improve wettability. *J Dent* 2003; 31: 213-216.
48. Barbenel JC. Physical retention of complete dentures. *J Prosthet Dent* 1971; 26: 592-600.
49. Monsenego P, Proust J. Complete denture retention. Part I: Physical analysis of the mechanism. Hysteresis of the solid-liquid contact angle. *J Prosthet Dent* 1989; 62: 189-196.

---

**Yazışma Adresi:**

Dr. Gülcün COŞKUN AKAR  
Ege Üniversitesi,  
Atatürk Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu  
35100 - Bornova / İZMİR  
Tel : (232) 388 40 00 / 1543  
Faks : (232) 388 03 25  
E-posta : gulcan.coskun.akar@ege.edu.tr