



ARAŞTIRMA / RESEARCH

Ksilitol Tabletlerinin Yapay Çürük Lezyonlarının *in Situ* Remineralizasyonu Üzerine Etkisi

Effect of Xylitol Lozenge on Remineralization of Artificial Carious Lesions - In Situ



Yrd.Doç.Dr. Sabri İlhan
RAMOĞLU*

Doç.Dr. Sıddık MALKOÇ**

Prof.Dr. Zafer SARI**

Prof.Dr. Abdulkadir
ŞENGÜN***

*Erciyes Üniv., Dişhek. Fak.
Ortodonti A.D., Kayseri,

**Selçuk Üniv. Dişhek. Fak.

Ortodonti A.D., Konya,

***Selçuk Üniv. Dişhek. Fak.

Konservatif Diş Hekimliği
A.D., Konya, Türkiye

Yazışma adresi:

Corresponding Author:

Dr. Sabri İlhan Ramoğlu,

Erciyes Üniversitesi, Diş

Hekimliği Fakültesi,

Ortodonti A.D. Melikgazi,

Kampüs Kayseri, 38039 Türkiye

E-mail:

ilhanramoglu@yahoo.com

Faks: +903524380657

Telefon: +903524374937

ÖZET

Bu çalışmanın amacı ksilitol içeren tabletlerin yapay çürük lezyonlarının remineralizasyonu üzerine etkisinin *in situ* olarak değerlendirilmesidir. Çift taraflı üst birinci premolar diş çekimi yapılarak sabit tedavi uygulanan 11 hasta (yaşları 12 ile 15 arasında) çalışmaya dahil edilmiştir. Tüm bireyler mine bloklarının (4X4X3 mm) yerleştirilmesi için U bölgesine akrilik rezin ilave edilmiş transpalatal ark kullanmıştır. Her hastanın kendi çekilmiş dişinden kontrol ve deney grupları için 3 adet mine bloğu elde edilmiştir. Yapay çürük lezyonları düşük pH'lı solüsyonla hazırlanmıştır. Bu çalışma 14 günlük 2 basamaktan oluşmaktadır: tablet kullanılmadan ve ksilitol tablet kullanılarak (yemeklerden sonra, günde 5 defa). Her basamaktan sonra, mine yüzey mikrosertlik deneyi Vickers Sertlik Test Cihazı ile yapılmıştır. Mine üzerine yüklemeler 300 gr ile 15 sn süreyle yapılmıştır. İstatistiksel analiz için Friedman testi kullanılmıştır.

Kontrol, tablet kullanmayan ve ksilitol grupları için mikrosertlik değerleri sırasıyla $197,5(\pm 127,3)$, $185,2(\pm 106,7)$, $193,2(\pm 103,4)$ kgf/mm² dir. Mikrosertlik değerleri, kontrol ve deney gruplarının remineralizasyon miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını göstermiştir ($p>0,05$).

Sonuçlar ksilitol tabletlerin *in situ* olarak yapay çürük lezyonların remineralizasyonu üzerine etkisinin olmadığını ama en azından non-karyojenik olduğunu göstermiştir. (*Türk Ortodonti Dergisi* 2009;22:102-109)

Anahtar Kelimeler: Beyaz lezyon, Yapay çürük lezyonu, Remineralizasyon, Ksilitol tablet.

SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the effect of lozenges containing xylitol on *in situ* remineralization of artificial carious lesions. Eleven patients (aged between 12 and 15 years old) treated by fixed orthodontic therapy with bilateral maxillary first premolar extractions were included into this study. Each subject wore a modified transpalatal arch that was prepared by adding an acrylic resin to the U region for positioning of the enamel blocks (4X4X3 mm) on it. Three enamel blocks were prepared from the extracted tooth of each patient for both control and experimental groups. Artificial caries lesions were prepared by a low pH solution. This was a two stages study of 14 day periods: no-lozenge and xylitol lozenge (5 times/day, after meals). After each stage, the surface enamel microhardness testing was performed using a Vickers Hardness Tester. Three penetrations were made with a load of 300 g for 15 seconds into the enamel. Friedman's test was used for statistical analyses.

The microhardness values were 197.5 ± 127.3 , 185.2 ± 106.7 , 193.2 ± 103.4 kgf/mm² for control, no-lozenge and xylitol groups, respectively. Microhardness results demonstrated that there were no statistically significant differences between amount of remineralization in the control and experimental groups.

The results showed that xylitol lozenge was not effective on *in situ* remineralization of artificial carious lesions but at least non-cariogenic. (*Turkish J Orthod* 2009;22:102-109)

Key Words: White spot lesion, Artificial carious lesion, Remineralization, Xylitol lozenge.



GİRİŞ

Ortodontik tedaviden sonra, yetersiz oral hijyene sahip hastalarda sabit ortodontik aparatların etrafında mine demineralizasyonuna bağlı olarak estetik problemler oluşabilir (1). Ağızda sabit ortodontik aparatların bulunması plak birikimini arttırmakta (2) ve plağın mekanik olarak uzaklaştırılmasını komplike hale getirmekte (3) dolayısıyla mine demineralizasyonları oluşabilmektedir (4,5). Ortodontistler uzun zamandır braket çevresinde ve bantların altında oluşan mine dekalsifikasyonlarıyla ilgilenmektedir (6). Øgaard (7) ortodontik tedavi gören hastalarda tedavi görmeyenlere oranla daha fazla beyaz nokta lezyonları bulunduğunu bildirmiştir. Gorelick ve ark. (5) bulgularına göre ise, %3,6 kontrol dişlerinde beyaz nokta lezyonu görülürken, ortodontik tedavi görenlerde bu oranın %10 olduğunu ve hastaların %50'sinde beyaz nokta lezyonlarında artış olduğunu rapor etmiştir.

Tedavi öncesi oral hijyen eğitimi ve alıştırmalarına rağmen ortodontik aparatların yerleştirilmesinden sonra, plak ve çürük indükleyici *Streptococcus Mutans* (*S.Mutans*) ve *Laktobasillerin* tükürük seviyelerinde artış gösterilmiştir (8). *S. Mutans*, diş çürüklerinin temel etiyolojik ajanlarından (6,9). *S.Mutans*'ların karyojenik etkileri, suda çözünmeyen glukozların sentezi, laktik asit yapımı, düşük pH da yaşayabilmeleri, hücreler arası polisakkarid sentezi ve dextra-hydrolyzing enzim yapımını içermektedir. Yerleşik *S.Mutans*'ın oral kaviteden eliminasyonu için, *S.Mutans* transmisyonunun engellenmesi, dişerin asit rezistansının artırılması ve diyetle karbonhidrat kompozisyonunun kontrolü gereklidir (9). Kritik pH seviyesi 5,5'den daha düşük plak pH'sına bağlı olarak şekerli yiyecek ve içeceklerin tüketimi daha zararlıdır. (6).

Bazı şeker alkollerini, yiyeceklerde şeker yerine kullanılmaktadır. Düşük fermente olan veya hiç fermente olmayan tatlandırıcıların fermente olan şekerler yerine kullanılması diş çürüklerinden korunmada pratik bir yol olarak kabul edilmektedir (10). Ksilitol beş karbonlu doğal şeker alkolüdür ve başarılı diş çürük koruyucu doğal karbonhidrat tatlandırıcısıdır (11,12). Ksilitolün karyojenik olmaması gerçeği, ksilitolün diş plağı ve saf kültür mikroorganizmaları tarafından asitlere dönüştürülmesine dayanmaktadır (12). Ön-

INTRODUCTION

Aesthetic problems may occur after orthodontic treatment due to demineralization of enamel around the fixed orthodontic appliances in the patients with inadequate oral hygiene (1). Undoubtedly the presences of fixed appliances in the mouth predisposes to plaque accumulation (2) and complicates the mechanical removal of plaque (3) that may cause enamel demineralization (4,5). Decalcification of the enamel around the brackets and under the bands has long been a concern of orthodontists (6). Øgaard (7) reported that people treated orthodontically treated patients have significantly more white spot lesions than untreated subjects. According to the findings of Gorelick et al. (5) that 3.6 per cent of control teeth had white spots, 10 per cent after orthodontic treatment and that 50 per cent of the patients experienced an increase in white spot lesions.

After insertion of orthodontic appliances, plaque and saliva levels of caries-inducing *Streptococcus Mutans* (*S.Mutans*) and *Lactobacilli* also increase despite pre-treatment oral hygiene education and training (8). *S. Mutans* are the principal aetiological agents of dental caries (6,9). Cariogenic features of *S.Mutans* include synthesis of water-insoluble glucans, production of lactic acids, ability to survive at a low pH, intercellular polysaccharide synthesis and the production of a dextran-hydrolyzing enzyme. Eliminating established *S.Mutans* from the oral cavity, interfering with transmission of *S.Mutans*, increasing the acid-resistance of the teeth and control of the carbohydrate composition of the diet (9). Consumption of sugary foods or drinks has frequently been shown to be more damaging due to low plaque pH below the critical level of 5.5 (6).

A variety of sugar-alcohols has been used as sugar substitutes in foods. It is considered to be a practical way in prevention of dental caries by replacement of fermentable sugars with non- or low-fermentable sweeteners (10). Xylitol is a five-carbon natural sugar alcohol, and a successful dental caries-preventive natural carbohydrate sweetener (11,12). The non-cariogenicity of xylitol is based on the fact that xylitol is not metabolized into acids either in dental plaque or in a pure culture of microorganisms (12). It has been shown in a



ceki bir çalışmada (13) ksilitol tabletin 14 gün kullanılması takiben ortalama plak pH'sının 4,81'den 5,09'a yükseldiği ve plak pH'sının istirahat değerlerine daha hızlı döndüğü gösterilmiştir. Bu, daha yüksek plak pH'sı, minenin kritik pH altında daha az etkilenmesine ve daha düşük çürük oluşma riski anlamına gelir. Dolayısıyla sabit ortodontik tedavi gören hastalarda sukrozlu ürünlerin tüketiminden sonra rutin ksilitol tabletlerin tavsiye edilebileceği sonucuna varılmıştır (13). Bununla birlikte, ksilitolün dişlerinde demineralize mine bölgeleri olan hastalarda mine remineralizasyonuna olumlu etkisi olup olmadığı hala açık değildir.

Önceki çalışmalarda (4,14,15) demineralizasyon miktarı, mikrosertlik testi ile tespit edilen mine yüzey sertliğinde oluşan değişiklikler yarımıyla değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın amacı mikro sertlik testi kullanılarak ksilitol içeren tabletlerin yapay çürük lezyonlarının *in situ* remineralizasyonuna etkisini değerlendirmektir.

BİREYLER ve METOT

Sabit ortodontik tedavi görecektir 11 hasta (yaşları 12 ile 15 arasında) bilgilendirme ve onay formu imzalatıldıktan sonra çalışmaya dâhil edilmiştir. Restorasyon ihtiyacı olan hastalar tedavi edilmiş ve fissürler, fissür örtücülerle kapatılmıştır. Supragingival detraj ve cilalama gibi periodontal yaklaşımlar uygulanmıştır. Hastaların aktif diş çürüğü veya ciddi periodontal problemi bulunmamaktadır. Hastalar sağlıklıydı ve normal tükürük

previous study (13) that following 14 days usage of xylitol lozenges the mean plaque pH increased from 4.81 to 5.09, and the plaque pH returned to resting value quickly. This means that the higher the plaque pH, the less time that enamel is affected below the critical pH and the lower risk of carries formation. Therefore, it was concluded that the use of a xylitol lozenge after sucrose challenge can be an advisable routine for patients undergoing fixed orthodontic appliance treatment (13). However, it is still unclear whether xylitol has a beneficial effect on the remineralization of enamel in patients with demineralized enamel regions on their teeth.

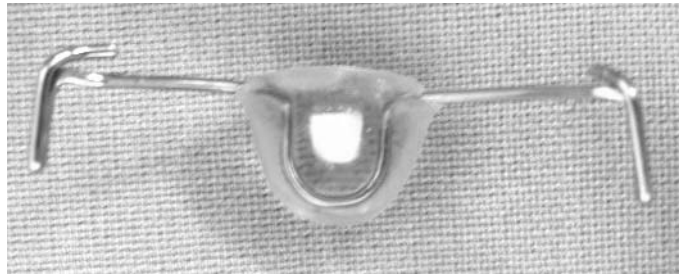
In previous studies (4,14,15) amount of demineralization was evaluated by the changes of enamel surface hardness, which is detected by microhardness test. So the aim of this study was to evaluate the effect of lozenges containing xylitol on *in situ* remineralization of artificial carious lesions by using microhardness test.

SUBJECTS and METHODS

Eleven patients (aged between 12 and 15 years) undergoing fixed appliance treatment, were included in this study, after signing an informed, written consent. Subjects requiring restorations were treated or the fissures were sealed. Initial periodontal treatment including supra gingival scaling and polishing was applied. The participants had no active dental caries or serious periodontal problems. They were healthy and showed normal sali-

Şekil 1: Bu çalışmada kullanılan modifiye transpalatal ark (MTPA); transpalatal arkın U bölgesindeki akrilik rezine gömülmüş mine bloğu.

Figure 1: The modified transpalatal arch used in the study; An enamel block was embedded into acrylic resin at the u region of transpalatal arch.



akışına sahipti. Braketler florid içermeyen bir ortodontik rezinle (Transbond XT-3M Unitek, Monrovia, California, USA) yapıştırıldı ve ardından ark telleri bağlandı.

Hastalar üst birinci premolar diş çekimi ile tedavi edildi ve hepsinde maksimum ankraj ihtiyacı olduğundan dolayı transpalatal ark (TPA) kullanıldı. Her hasta U bölgesine

vary flow. The brackets were bonded using a fluoride free orthodontic resin (Transbond XT-3M Unitek, Monrovia, California, USA), then arch wires and ligatures were applied.

The patients were treated by maxillary bilateral first premolar extractions and as all required maximum anchorage, a transpalatal arch (TPA) was used. Each subject wore mo-

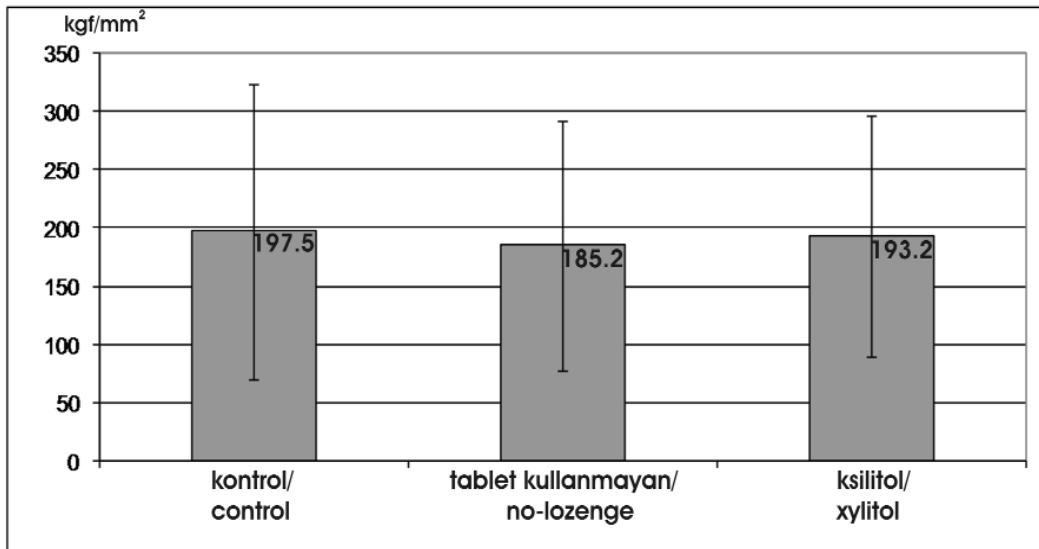


akrilik eklenerek hazırlanmış modifiye transpalatal ark (MTPA) (Şekil 1) kullandı. Deney parametrelerinin etkilenmemesi için hastalar bir aylık dönemde florid içermeyen diş macunu kullandı.

Bu çalışma 14 günlük (16) iki basamaktan oluşmaktadır. Her hastanın çekilmiş dişinden tablet kullanmayan, ksilitol ve kontrol grupları için birer adet, toplam 3 adet mine bloğu (4x4x3mm) hazırlanmıştır. Yapay çürük lezyonlarının hazırlanması için bir başka deyişle örneklerin demineralize edilmesi için, örnekler %1'lik sodyum karboksimetil seluloz, 3 mmol/L kalsiyum, 1,8 mmol/L fosfat ve 0,263 mmol/L F (pH 4,0) içeren 0,1 mol/L laktik asit-sodyum hidrosit tampon solüsyonunda (20 mL/örnek) içinde sabit 37°C sıcaklıkta 39 saat bekletildi. Örnekler tamponlanmış asit solüsyonundan çıkartıldıktan sonra bidistile su ile yıkandı (17,18). Mine blokları MTPA akrilik düğmelerine gömülerek hasta ağızına taşındı (Şekil 1). Tüm hastalar kendi dişlerinden hazırlanmış mine blokları taşıyan MTPA'ları kullandı. Birinci basamakta MTPA'lar hastalara takıldı ve hastalar 14 gün normal beslenme rejimlerine devam etmiştir. Birinci basamağın sonunda MTPA'lar-dan mine blokları çıkartıldı ve tablet kullanmayan grup olarak distile su içinde saklandı. İkinci basamak için, diğer mine bloklarından bir tanesi MTPA'ya yerleştirildi ve hasta bunu da 14 gün boyunca kullandı. Hasta ksilitol içeren tabletleri yiyecek veya içecek kullanımından hemen sonra, günde 5 kere kullanmaları için bilgilendirildi. Tabletlerin kulla-

dified transpalatal arch (MTPA) prepared by adding an acrylic resin button to the U region (Figure 1). The patients used fluoride free toothpaste during the month of study, not to affect the experimental parameters.

This study consisted of two stages of 14 days (16). Totally three enamel blocks (4x4x3mm), one for each no-lozenge, xylitol and control groups, were prepared from the extracted tooth of each patient. For preparing artificial caries lesions in other words for demineralisation of the specimens, they were immersed in 0.1 mol/L lactic acid-sodium hydroxide buffer (20 mL/specimen) containing 1 per cent sodium carboxymethyl cellulose, 3mmol/L calcium, 1.8 mmol/L phosphate, and 0.263 mmol/L F (pH 4.0) at a constant temperature of 37°C for 39 hours. The specimens were rinsed thoroughly in double-distilled water after being removed from the buffered acid solution (17,18). The enamel blocks were carried into the patients' mouth by embedding in to the acrylic button on MTPA (Figure 1). All patients wore only the MTPAs which were carrying enamel blocks prepared from their teeth. At the first stage MTPAs were applied to the patients and they continued normal feeding regimes along the 14 days. In the appointment at the end of this first stage enamel blocks were removed from MTPAs and stored as no-lozenge group specimens in distilled water. For the second stage, one of the other enamel blocks were placed on MTPAs and patients wore that for the next 14 days. Patients were informed to take



Şekil 2: Kontrol, ksilitol ve tablet kullanmayan grupların ortalama mikrosertlik değerleri. Her sütun için hata çubukları gruplar içinde kaydedilmiş en yüksek ve düşük değerleri yansıtmaktadır.

Figure 2: The mean microhardness values for control, xylitol and no-lozenge groups..Error bars for the each column represent maximum and minimum values recorded within the groups.



nıldığı saatler hasta tarafından bir günlüğe kaydedildi ve bu periyodun sonunda örnekler MTPA'dan çıkartıldı ve ksilitol grubu olarak distile su içerisinde saklandı ve yeni TPA'lar yerleştirildi. MTPA'lardan çıkartılan mine blokları mikrosertlik testinde yükleme esnasında bir problem oluşmaması için tabanı düz bir kompozit resin blok içerisine taşındı.

Vickers mikrosertlik testi bir Vickers sertlik test cihazı (Matsuzawa Seiki Co. Ltd. MHTZ Tokyo, Japonya) kullanılarak yapıldı. Test için piramit şekilli elmas uç ile önceden belirlenmiş kuvvet uygulandı. Mine üzerine 15'er saniyelik 300 gr'lık üç penetrasyon yapıldı. Oluşan girintinin vertikal ve horizontal eksenlerini ölçüldü ve ortalaması alındı. Ölçümler, bir tablo yardımı ile karşılıklı gelen Vickers sertlik değerlerine çevrildi.

İstatistiksel analiz

İstatistiksel analiz için Friedman testi kullanıldı. Önemlik $p < 0,05$ 'de belirlendi. İstatistiksel analiz Sosyal Bilimler için İstatistiksel Paket programı (SPSS for Windows Version 13.0, SPSS, Chicago, Illinois, USA) kullanılarak yapıldı.

BULGULAR

Kontrol grubu için mikro sertlik $197,5 (\pm 127,3)$ kgf/mm^2 olarak bulundu. Tablet kullanmayan ve ksilitol grupları için mikrosertlik seviyesi sırasıyla $185,2 (\pm 106,7)$ ve $193,2 (\pm 103,4)$ kgf/mm^2 değerlerine düştü. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı ($p > 0,05$). Mikrosertlik sonuçları her iki grupta remineralizasyon olmadığını gösterdi (Figure 2).

TARTIŞMA

Ortodontik braketler etrafında oluşan demineralizasyon braket çevresinde ve iyi oturmamış bantların altında biriken plak içindeki yüksek ve devamlı karyojenik hücumla bağlı oluşan bir problemdir (19,20). Braketlerin çevresi kritik bölgeler olmasına rağmen bant ve braketler altında adeziv mine ara yüzü dikkate alınmalıdır (21). Çünkü ortodontik braketler çevresinde oluşan mikrosızıntı mine dekalsifikasyon riskini artırabilir (22). O'Reilly and Featherstone (23) sadece bir ay sonrasında ortodontik apareyler etrafında ölçülebilecek miktarda demineralizasyon olu-

şmuş xylitol containing lozenges immediately after food or drink consumptions for five times a day during this period. The time when each lozenge was taken was recorded in a diary by the patients, at the end of this period samples removed from the MTPAs and stored in distilled water as xylitol group. And new TPAs were replaced. The enamel blocks removed from MTPA and carried out into a composite resin block which has a flat underside in order not to cause problem in loading at microhardness tests.

The Vickers microhardness test was undertaken using a Vickers hardness tester (Matsuzawa Seiki Co. Ltd. MHTZ Tokyo, Japan). For testing, a predetermined force was applied with a pyramidal shaped diamond indenter. Three penetrations were made with a load of 300 g for 15 seconds in the enamel. The indentation length of vertical and horizontal axis was then measured and averaged. A chart was used to convert the measurements to corresponding Vickers hardness numbers.

Statistical analysis

Friedman's test was used for statistical analysis. Significance was predetermined at $p < 0,05$. The statistical analysis were performed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS for Windows Version 13.0, SPSS, Chicago, Illinois, USA).

RESULTS

Microhardness of control group was found to be $197.5 (\pm 127.3)$ kgf/mm^2 . For the no-lozenge and xylitol groups microhardness levels decreased to $185.2 (\pm 106.7)$ and $193.2 (\pm 103.4)$ kgf/mm^2 respectively. No statistically significant difference was found between the groups ($p > 0,05$). Microhardness results demonstrated that in two groups there was no remineralization (Figure 2).

DISCUSSION

Demineralization around orthodontic brackets is a problem caused by high and continuous cariogenic challenge in the plaque developed around brackets and underneath ill-fitting bands (19,20). Although the areas around the brackets are critical, the adhesive enamel interface beneath the brackets and bands should also be taken into consideration (21) as microleakage around orthodon-



şabileceğini rapor ederken, Tenuta ve ark. (4) sıkça şeker alınımı durumunda diş plak birikiminin 4. gününde mine demineralizasyonu oluşabileceğini göstermiştir.

Plak kontrolü için, fırçalama ve ipleme gibi mekanik yöntemler (3,9) kişisel olarak uygulanmalı ve profesyonel detertraj etkili olacaktır (9,24). Braket ve tellerin varlığında interproximal alanlarda diş fırçalamanın etkinliği düşecek ve bu da yüksek plak indeks değerlerine sebep olacaktır (3). Dental plak içindeki bakterilerin karbonhidrat fermantasyonu farklı asitlerin oluşmasına yol açacak dolayısıyla pH'da düşmeye neden olacaktır. Oral bölgenin pH'sı kritik değer 5,5'e ulaşırsa, Ca^{+2} ve PO_4^{-3} iyonlarının subsatürasyonu gerçekleşir. Bu iyonların dişlerden ortama geçişi demineralizasyon olarak adlandırılır. Sıklıkla demineralizasyon oluşması çürük lezyonlarına sebebiyet verebilir (14). Vickers mikrosertlik değerleri ile minedeki P konsantrasyonu arasında orta derecede korelasyon ve Ca ile düşük derecede korelasyon saptanmıştır (15). Dolayısıyla, sık iyon kaybına bağlı demineralizasyon mine mikrosertliğinde azalma ile tespit edilebilir (4,14,15). Bu çalışmada remineralizasyona bağlı olarak mine yüzey sertliğinde oluşabilecek değişiklikleri tespit edebilmek için Vickers mikrosertlik testi uygulanmıştır.

Önceki bir çalışmada ksilitol tabletlerin iki hafta kullanılması ortodontik tedavi esnasında diş sert dokuları daha az asidik atağa maruz kalması ile sonuçlanacak daha yüksek minimum plak pH değerlerine sebebiyet verdiği bulunmuştur. Sukroz atağından sonra ksilitol tablet emildiğinde plak pH'sının istirahat değerlerine daha hızlı geri dönmüştür (13). Dolayısıyla minenin daha kısa süreli asit atağına maruz kalması ve yüksek pH değerleri mine demineralizasyonunu azaltacağı ve hatta belki de remineralizasyon oluşturtacağı hipotezi öne sürülmüştür. Önceki çalışmalarda, ksilitol/NaF kombinasyonu (25) ve ksilitol ve florid içeren diş macunları (26) in vivo olarak remineralizasyonu arttırmada faydalı bulunmuşlardır. Fakat her iki çalışmada da florid kullanıldığından ksilitolün etkisi değerlendirilememiştir. Scheinin ve ark. (27) hastaların tedavi edilmemiş kavitelere yerleştirilmiş siğir mine parçalarının tekrar sertleştiğini rapor etmişlerdir. Bu çalışmada ksilitol, demineralize olmaya devam eden yapay çü-

tic brackets may increase the risk of enamel decalcification (22). While O'Reilly and Featherstone (23) reported that measurable demineralization occurred around the orthodontic appliances after only 1 month, Tenuta et al. (4) showed enamel demineralization might occur after 4 days of dental plaque accumulation at high frequency exposure to sugar.

For plaque control, mechanical methods such as brushing and flossing (3,9) should be performed individually and professional scaling will be effective (9,24). The efficiency of tooth brushing in the interproximal areas decreases in the presence of brackets and wires, which will lead to high plaque index measurements (3). Carbohydrate fermentation by bacteria in the dental plaque leads to the formation of various acids, causing a decrease in pH. When the pH of the oral environment reaches a critical value of 5.5, sub saturation of Ca^{+2} and PO_4^{-3} ions occurs. The result is the loss of ions from the teeth to the environment, which is called demineralization. Frequent demineralization can lead to carious lesions (14). A moderate correlation was found between the Vicker microhardness values and P concentration in enamel and, a low correlation with Ca (15). Therefore, the demineralization caused by frequent ionic losses could be detected by a reduction of the enamel microhardness (4,14,15). In this study Vickers microhardness testing was used to determine enamel surface hardness in order to hardness changes might occur due to remineralization.

In a previous study, it was found that use of xylitol lozenges for two weeks caused higher minimum plaque pH values, resulting in a less acidic challenge to dental hard tissues during orthodontic treatment. When the xylitol lozenge was sucked after sucrose challenge, the plaque pH quickly returned to the resting value (13). Therefore, it was hypothesized shorter time that the enamel is affected by an acidic challenge and higher pH values would reduce enamel demineralization and perhaps even enhance remineralization. In previous studies xylitol/NaF combination (25) and xylitol and fluoride containing tooth pastes (26) were found to be useful to enhance remineralization in vivo. As fluoride was used in both studies, the effect of xylitol cannot be considered. Scheinin et al. (27) repor-



rüklerin remineralizasyonuna katkıda bulunmamıştır ancak daha ileri demineralizasyona yol açmadığından non-kariyojenik olduğu söylenebilir. Bu sonuç %70'lik ksilitol içeren sakızların *in vivo* değerlendirildiği bir çalışma (28) ile uyumludur. Tablet kullanmayan ve ksilitol gruplarının ortalama mikrosertlik değerleri karşılaştırıldığında, tablet kullanmayan grup ksilitol grubuna oranla daha düşük değerlere sahipti ki bu da ksilitolün pH üzerine olumlu etkisinin sonucu olabilir.

SONUÇ

Bu çalışmanın sınırları dahilinde, sabit ortodontik tedavi gören hastalarda ksilitol kariyojenik olmayan bir ajan olarak kullanılabilir. Bununla birlikte anti-kariyojenik etkisi bulunmadığından demineralize alanları bulunan dişler için ekstra koruyucu protokoller uygulanmalıdır.

ted a re-hardening effect of xylitol but on slabs of bovine enamel inserted in patients' rampant untreated cavities. In the present study xylitol did not contribute to the remineralization of artificial caries lesions with ongoing demineralization nevertheless it did not cause further demineralization which might be due to its non-cariogenicity. This result is in agreement with a previous study (28) where chewing-gums with 70 per cent xylitol were tested *in vivo*. When the mean of microhardness of the no-lozenge and xylitol groups were compared, the no-lozenge group had lower values than the xylitol group, which might be a reason of the positive effects of xylitol on pH.

CONCLUSION

With the limitations of this study, in patients undergoing fixed orthodontic appliance treatment xylitol can be used as it is a non-cariogenic sweetener. However no anti-cariogenic effect was found so that for the teeth have demineralised areas, extra preventive procedures should be used.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Schmit JL, Staley RN, Wefel JS, Kanellis M, Jakobsen JR, Keenan PJ. Effect of fluoride varnish on demineralization adjacent to brackets bonded with RMGI cement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122:125-34.
2. Mizrahi E. Enamel demineralization following orthodontic treatment. *Am J Orthod* 1982;82:62-7.
3. Kiliçoğlu H, Yildirim M, Polater H. Comparison of the effectiveness of two types of toothbrushes on the oral hygiene of patients undergoing orthodontic treatment with fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;111:591-4.
4. Tenuta LM, Lima JE, Cardoso CL, Tabchoury CP, Cury JA. Effect of plaque accumulation and salivary factors on enamel demineralization and plaque composition *in situ*. *Pesqui Odontol Bras* 2003;17:326-31. Epub 2004 Apr 19.
5. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod* 1982;81:93-8.
6. Steffen JM. The effects of soft drinks on etched and sealed enamel. *Angle Orthod*. 1996;66:449-56.
7. Øgaard B. Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds a study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. *Am J Orthod-Dentofacial Orthop* 1989;96:423-7.
8. Lundström F, Krasse B. Streptococcus mutans and lactobacilli frequency in orthodontic patients; the effect of chlorhexidine treatments. *Eur J Orthod* 1987;9:109-16.
9. Balakrishnan M, Simmonds RS, Tagg JR. Dental caries is a preventable infectious disease. *Aust Dent J* 2000;45:235-45.
10. Takahashi-Abbe S, Abbe K, Takahashi N, Tamazawa Y, Yamada T. Inhibitory effect of sorbitol on sugar metabolism of Streptococcus mutans *in vitro* and on acid production in dental plaque *in vivo*. *Oral Microbiol Immunol* 2001;16:94-9.
11. Hrimech M, Mayrand D, Grenier D, Trahan L. Xylitol disturbs protein synthesis, including the expression of HSP-70 and HSP 60, in Streptococcus mutans. *Oral Microbiol Immunol* 2000;15:249-57.
12. Moss JS. Xylitol-an evaluation. *Int Dent J* 1999;49. (available at http://www.fdiworldental.org/assets/pdf/commission/96_5b.pdf)
13. Sengun A, Sari Z, Ramoglu SI, Malkoç S, Duran I. Evaluation of the dental plaque pH recovery effect of a xylitol lozenge on patients with fixed orthodontic appliances. *Angle Orthod* 2004;74:240-4.
14. Samuel SM, Rubinstein C. Microhardness of enamel restored with fluoride and non-fluoride releasing dental materials. *Braz Dent J* 2001;12:35-8.
15. Kodaka, T.; Debari, K.; Yamada, M.; Kuroiwa, M. Correlation between microhardness and mineral content in sound human enamel. *Caries Res* 1992;26:139-41.



16. Shen P, Cai F, Nowicki A, Vincent J, Reynolds EC. Remineralization of enamel subsurface lesions by sugar-free chewing gum containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *J Dent Res* 2001;80:2066–70.
17. Wang CW, Corpron RE, Lamb WJ, Strachan DS, Kowalski CJ. In situ remineralization of enamel lesions using continuous versus intermittent fluoride application. *Caries Res* 1993;27:455–60.
18. Buzalaf MAR; Granjeiro JM; Hirota L, Serrano AS, Ornelas F, Gomes Da Costa MS. Effect of sucrose or fructooligosaccharide gum chewing and fluoridated dentifrice on in situ remineralization of artificial carious lesions. *Revista FOB* 2001;9:131–7.
19. Øgaard B, Rølla G, Arends J. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 1. Lesion development. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94:68–73.
20. Øgaard B, Rølla G, Arends J, Cate JM. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 2. Prevention and treatment of lesions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94:123–8.
21. Arhun N, Arman A, Cehreli SB, Arıkan S, Karabulut E, Gulsahi K. Microleakage beneath ceramic and metal brackets bonded with a conventional and an antibacterial adhesive system. *Angle Orthod* 2006;76:1028–34.
22. James JW, Miller BH, English JD, Tadlock LP, Buschang PH. Effects of high speed curing devices on shear bond strength and microleakage of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:555–61.
23. O'Reilly MM, Featherstone JDB. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92:33–40.
24. Zimmer BW, Rottwinkel Y. Assessing patient-specific decalcification risk in fixed orthodontic treatment and its impact on prophylactic procedures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:318–4.
25. Gaffar A, Blake-Haskins JC, Sullivan R, Simone A, Schmidt R, Saunders F. Cariostatic effects of a xylitol/NaF dentifrice in vivo. *Int Dent J* 1998;48:32–9.
26. Sano H, Nakashima S, Songpaisan Y, Phantumvanit P. Effect of a xylitol and fluoride containing toothpaste on the remineralization of human enamel in vitro. *J Oral Sci* 2007;49:67–73.
27. Scheinin A, Söderling E, Scheinin U, Glass RL, Kallio ML. Xylitol-induced changes of enamel microhardness paralleled by microradiographic observations. *Acta Odontol Scand* 1993;51:241–6.
28. Wennerholm K, Arends J, Birkhed D, Ruben J, Emilson CG, Dijkman AG. Effect of xylitol and sorbitol in chewing-gums on mutans streptococci, plaque pH and mineral loss of enamel. *Caries Res* 1994;28:48–54.