

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

80059

**İSKELETSEL KLAS III DÜZENSİZLİĞİN  
ÇENELİK İLE TEDAVİSİ SONRASINDA  
TEMPOROMANDİBULER EKLEM BÖLGESİNDE  
VE KRANİYOFASİYAL YAPIDA MEYDANA  
GELEN DEĞİŞİKLİKLERİN MANYETİK  
REZONANS GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMİ VE  
LATERAL SEFALOMETRİK YÖNTEM İLE  
İNCELENMESİ**

**Dt. Hatice GÖKALP**

**ORTODONTİ ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ**

**T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**DANIŞMAN**

**Prof. Dr. Mirzen ARAT**

80059

**1998-ANKARA**

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Ortodonti Doktora Programı

çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora

Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 17 / 04 / 1998



İmza

Prof. Dr. Mirzen ARAT

Ankara Üniversitesi

Jüri Başkanı



İmza

Prof. Dr. Oktay ÜNER

Gazi Üniversitesi

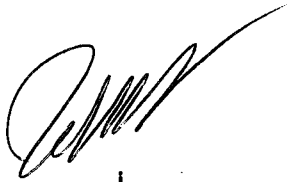
Raportör



İmza

Prof. Dr. Ayşegül KÖKLÜ

Ankara Üniversitesi



İmza

Prof. Dr. Zahir ALTUĞ

Ankara Üniversitesi



İmza

Doç. Dr. Hakan GÖGEN

Ankara Üniversitesi

## ÖNSÖZ

Manyetik Rezonans Görüntülerinin alınmasında Ankara Üniversitesi İbn-i Sina Hastanesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı Manyetik Rezonans Görüntüleme Ünitesinin kapılarını, kendi hastalarını bekletmek pahasına ardına kadar açan ve güler yüzünü esirgemeyen, MRG Ünitesi Başkanı, Prof. Dr. İlhan Erden'e; MRG'in alınması, okunması ve yorumlanmasında yardımcı olan, Dr. Ercüment Çiftçi'ye ve MRG Ünitesinin tüm özverili çalışanlarına ve özellikle Askeri Akçay, Fevziye Yörük ve Nermin Sırakaya'ya teşekkür ederim.

Araştırmanın istatistik olarak yorumlanmasındaki titiz çalışmaları için, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyometri Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Fikret Gürbüz ve Araştırma Görevlisi, Handan Çamdeviren'e teşekkür ederim.

Sevgi neydi? Coşkun akan dere, sonbahar rüzgarı ile ürperen yapraklar, cama vurup dağılan yağmur damlaları, bir yürek çarpıntısı? Sonunda coşkun dere durulur, yapraklar kurur dökülür, yağmur diner, güneş çıkardı.  
Sevgi neydi? sevgi sahip çıkan, dost sıcak insan eli, insan emeği miydi? Sevgi iyilikti, sevgi emektir. İyilik ve emeği için, Anneciğime, Babama ve Hocam Mirzen Arat'a teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	ii
Önsöz	iii
İçindekiler-1	iv
İçindekiler-2	v
İçindekiler-3	vi
Kısaltmalar	vii
<b>1. GİRİŞ ve AMAÇ</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	<b>4</b>
2.1. Eklem Tipleri	4
2.1.1- Synoarthrodial veya Fibröz Eklemler	4
2.1.2- Diarthrodial veya Snovial Eklemler	4
2.1.2.a. Basit Diarthrodial Eklemler	5
2.1.2.b. Kompound Diarthrodial Eklemler	5
2.2. Temporomandibuler Eklem	5
2.2.1. Mandibula Kondili	7
2.2.2. Menisküs	10
2.2.3. Eklem Kapsülü	12
2.2.3.1- Stratum Fibrosum	12
2.2.3.2- Stratum Snoviale	12
2.2.4. Snovia Sıvısı	13
2.3. TME Manyetik Rezonans Görüntüsü Üzerinde Belirlenen Disk Konumları	14
2.3.1- Süperior Disk Konumu veya Saat 12 Konumu	15
2.3.2- Anterior Disk Konumu	16
2.3.3- Sideway Disk Deplasmanı	16



2.3.4- Rotasyonel Disk Deplasmanı	17
2.4. Fonksiyonel Disk Konumu	18
2.4.1- Normal (Uyumlu) Disk Konumu	18
2.4.2- Redüksiyonlu Disk Deplasmanı	18
2.4.3- Redüksiyonsuz Disk Deplasmanı	18
2.5. Manyetik Rezonans Görüntüleme Yöntemi	19
2.5.1.a- Spin Hareketi	21
2.5.1.b- Precession (Salınım) Hareketi	21
2.5.2. MRG İşleminin Safhaları	22
2.5.3. TR Zamanı (Time to Repeat, Repetation Time)	26
2.5.4. TE Zamanı (Time to Echo, Echo Time)	26
<b>3. MATERYAL ve METOD</b>	<b>28</b>
3.1. Sefalometrik Noktalar, Düzlemler ve Ölçümler	33
3.1.1. Noktalar	33
3.1.2. Referans Düzlemleri	35
3.1.3. Açısal ve Boyutsal Ölçümler	35
3.1.3.1. Maksiller İskeletsel Ölçümler	35
3.1.3.2. Mandibuler İskeletsel Ölçümler	35
3.1.3.3. Maksillo-Mandibuler Ölçümler	39
3.1.3.4. Oransal Ölçümler	39
3.1.3.5. Dentoalveoler Ölçümler	39
3.1.3.6. Yumuşak Doku Ölçümleri	40
3.2. MRG Üzerinde Belirlenen TME'e Ait Noktalar, Düzlemler ve Ölçümler	42
3.2.1. Noktalar	42
3.2.2. Düzlemler	42
3.2.3. TME MRG'nde Saptanan Açısal Ölçümler	44
3.2.3.1. Disk Konumunu Veren Açısal Ölçümler	44
3.2.3.2. Mandibula Kondiline Ait Açısal Ölçümler	44

	vi
3.2.4. MRG Üzerinde Yapılan Oransal Ölçümler	44
3.2.5. TME MRG Üzerinde Belirlenen Disk Konfigürasyonu	46
3.2.6. TME MRG'de Disk Konumunun Bölgesel Olarak Değerlendirilmesi	47
3.3. İstatistik Yöntem	48
<b>4. BULGULAR</b>	<b>49</b>
<b>5. TARTIŞMA</b>	<b>70</b>
<b>6. SONUÇ</b>	<b>105</b>
<b>ÖZET</b>	<b>107</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>108</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>109</b>



## KISALTMALAR

CT	Compüterize Tomografi.
G	Santimetre-gram-saniye cinsinden Tesla'nın değeridir. <i>Gaus</i> olarak ifade edilir.
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme.
MR	Manyetik Rezonans.
RF	Radyo Frekansı.
S/N	Signal/Noise (Sinyal/Ses).
TE Zamanı	Time to Echo.
TME	Temporomandibuler Eklem.
TR Zamanı	Time to Repeat.
T	Manyetik alan birimi olup, <i>Tes/a</i> olarak adlandırılır.

## 1. GİRİŞ ve AMAÇ

Mandibuler prognatizm, mandibuler büyümenin yüzün diğer komponentlerinden fazla ve hızlı olmasının bir sonucudur. Mandibuler büyüme kaynağının kondil kırırdağı olduğu, in vivo ve in vitro çalışmalarla gösterilmiştir (Salter ve Field, 1960; Baume, 1961; Moffet ve ark., 1965; Copray ve ark., 1983; Copray ve ark., 1985a; Copray ve ark., 1985b; Copray ve ark., 1985c; Copray ve ark., 1985d; Asano, 1986; Orliaguet ve ark., 1993; Tuamini ve ark., 1996; Carano ve Siciliani, 1996).

Büyümekte olan prognatik bireylerin tedavisinde çenelik çok eskiden beri kullanılan bir aygıt olup; kraniyofasiyal bölgeye olan etkileri klinik çalışmalarla gösterilmiştir. Çenelik uygulaması ile kondiler büyümenin kontrol altına alındığı bilinmekle beraber, bu etkiyi kondiler büyümeyi durdurarak mı yoksa yeniden yönlendirerek mi yaptığı konusunda, değişik görüşler bulunmaktadır. Çeneliğin, mandibulada büyüme atılımı sonucunda meydana gelecek büyümeye engel olmayacağı, büyüme modelinin her bireyde farklı olduğu ve genellikle soya çekimle belirlendiği için mandibulanın sonuçta bu modele uyacağı; çenelikle ancak mandibuler büyüme hızının yavaşlatıldığı ifade edilmiştir (Mitani ve Fukazawa, 1986).

Deneysel çalışmalarda, stres etkisi ile kondilin prekondroblastik tabakasındaki hücrelerin sayısında azalma ve hipertrofik tabaka kalınlığında artma olduğu gösterilmiştir. Bu, mandibuler büyümenin inhibe edilmesi anlamına gelmektedir (Janzen ve Bluher, 1965; Joho, 1973; Petrovic ve ark., 1975; Asano, 1986).

Oysa klinik çalışmalarda, kondilin mekanik streslere cevap verme özelliğinden yararlanılarak, mandibuler büyüme yönünün değiştirildiği gösterilmiştir (Graber, 1977; Sakamoto ve ark., 1984; Wendell ve Nanda, 1985; Ritucci ve Nanda, 1986; Üner ve ark., 1995; Hiroshi ve Toshio, 1996).

Kraniyofasiyal yapılar üzerindeki etkileri yönüyle çenelik uygulaması, bir çok araştırmamanın konusu olmasına rağmen, temporomandibuler eklem (TME) bölgesinde oluşturabileceği değişiklikler üzerinde yeterince durulmamıştır. Temporomandibuler eklem internal düzensizliklerinin oluşmasından, eklem komponentleri arasındaki ilişkiyi bozduğu gerekçesi ile, ortodontik uygulamalar ve bilhassa ortognatik etkisi olan çenelik, sorumlu tutulmaktadır (Wyatt, 1987). Ancak, böyle bir yargıya varmak için, gerek uygulama gruplarının homojenitesi gerekse yapılan uygulamaların nitelikleri bakımından, yeterli düzeyde klinik çalışma bulunmamaktadır.

Çeneliğin temporomandibuler eklem bölgesi üzerindeki etkileri, hayvan deneyleri ile histolojik olarak hücresel düzeyde gösterilmiştir (Baume, 1961; Janzen ve Bluher, 1965; Joho, 1973; Copray ve ark., 1985c; Asano, 1986; Tuominen ve ark., 1996). Deneysel çalışma sonuçlarının, klinik uygulamalara büyük ölçüde ışık tuttuğu bir gerçektir. Ancak, takdir edilmelidir ki, deney hayvanları ile insanlar arasında gerek anatomik gerekse fonksiyon ve alışkanlıklar bakımından bazı farklılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle, deneysel çalışmaların sonuçlarının insanda elde edilecek sonuçlara birebir uymasını beklemek yanlış olabilir. Bununla birlikte, McNamara ve arkadaşları (1975), insan ve hayvan TME bölgesinin genel yapı ve fonksiyonunun, bazı değişikliklerle birlikte, temel anatomik yapı itibari ile benzerlik gösterdiğini vurgulayarak; hayvan deneyleri ile elde edilen sonuçlara benzer sonuçların, insanda da beklenebileceğini ileri sürmektedir.

Klinik olarak fasiyal yapı ve TME'de oluşan değişiklikler, morfolojik ve pozisyonel olarak kısmen değerlendirilebilmektedir. Bu tür incelemeler, günümüze kadar konvansiyonel radyolojik bir yöntem olan, lateral sefalogramlar ile yapılmıştır. Ancak, bu yöntem ile fasiyal yapıdaki değişiklikler yeterince incelenebildiği halde, bu yöntemin TME'in ayrıntılı yapısal ve pozisyonel değişikliklerinin teşhisinde yeterli olduğunu söylemek

mümkün değildir. Bu nedenle TME bölgesini oluşturan yapılar üzerinde tedavi ile meydana gelen değişikliklerin, daha hassas bir yöntem ile incelenmesinin önemi aşikardır. Bu nedenle son yıllarda, TME bölgesine ait yumuşak ve sert dokuları aynı plan üzerinde görüntüleyebilme olanağı sağlayan Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), sıklıkla başvurulabilecek güvenilir bir yöntem olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemin diğer yöntemlere en önemli üstünlüğü, X-ışınına değil; radyofrekans dalgaları ve manyetik alanlar kullanılarak görüntü elde edilmesi esasına dayandığı için, görüntülenecek bölgede herhangi bir biyolojik zarar oluşturmadan, ayrıntılı olarak tarama yapılabilmesidir (Westesson ve Rohlin, 1984; Katzberg ve ark., 1986; Manzione ve ark., 1986; Kirk, 1989; Drace ve Enzmann, 1990).

Araştırmamızın amacı;

- 1- Çenelik uygulanan bireylerde kondil-disk-glenoid fossa üçlüsünün birbirine göre morfolojik ve pozisyonel ilişkisinde meydana gelen değişiklikleri kontrol grubu ile karşılaştırmalı olarak, Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) yöntemi ile incelemek,
- 2- Lateral Sefalogramlar ile çeneliğin iskeleto-dental yapı üzerindeki etkilerini saptamak,
- 3- Çenelik tedavisinin, iskeleto-dental yapı ile temporomandibuler eklem bölgesinde oluşturduğu etkileri birbirine göre değerlendirmektir.

Çalışmamızın bu bölümünde, temporomandibuler eklem bölgesinin biyomekanik özellikleri hatırlatılacak; ve manyetik rezonans görüntüleme yönteminin fizik özellikleri ve avantajları hakkında bilgi verilecektir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Eklem Tipleri

Vücut bütününde çeşitli tipte eklem mevcut olup; biyomekanik açıdan, insan vücudundaki eklemleri sınıflandırarak incelemek, bu karmaşık yapıyı belirli bir sistem içinde anlamak bakımından kolaylık sağlamaktadır. Buna göre eklemleri;

2.1.1- Synoarthrodial veya Fibröz Eklemler,

2.1.2- Diarthrodial veya Snovial Eklemler, olarak iki temel başlık altında incelemek mümkündür.

#### 2.1.1- Synoarthrodial veya Fibröz eklemler

Bu tip eklemleri, hareket yeteneğinin sınırlılığından dolayı, "eklem" diye nitelendirmekten ziyade, "birleşme" ya da "bağlanma" bölgeleri olarak tanımlamak daha doğru olmaktadır. Bu yüzden, bu tür bağlanma bölgelerine *fibröz eklem* de denir. Kalvariumda bulunan süturlar, bu tür eklemlere iyi bir örnektir.

#### 2.1.2- Diarthrodial veya Snovial eklemler

Bu tip eklemler, temel olarak uzayın üç düzleminde, bir ya da bir kaç yönde hareket edebilmektedir. Genellikle bir snovial membran ile örtüldüğü için, *snovial eklem* olarak da tanımlanmaktadır. Diarthrodial eklemlerin bazı tipleri bulunmaktadır:

**2.1.2.a. Basit Diarthrodial Eklemler:** Karşılıklı olarak birbirine bakan iki eklem yüzeyinden oluşmuştur.

**2.1.2.b. Kompond Diarthrodial Eklemler:** Karşılıklı olarak yer alan üç ya da daha fazla eklem yüzeyinden oluşmuştur.

Bazı eklemlerde, parmak ekleminde olduğu gibi, menteşe tipi hareket oluşmaktadır. Bu tip eklemlere *Ginglymoid Eklemler* denir. Bu tip eklemlerde, eklem yüzeyleri adeta yağlı bir yüzeyden kayarcasına rahat hareket eder. Bu yüzden insan temporomandibuler eklemine, hem rotasyon hem de translasyon hareketini birarada yapabildiği için, *Kompond Snovial Ginglymoarthrodial* bir eklem olarak tanımlamak hatalı olmamaktadır.

Mandibula filogenetik olarak iki kısımdan orijin almakta ve simfiz bölgesinde birleşerek tek bir kemik kütle haline gelmektedir. Bu yüzden, bir eklemden meydana gelen hareket, diğer eklem için buna ihtiyacı olmasa bile, onu da etkilemektedir.

## 2.2. Temporomandibuler Eklem

Temporomandibuler eklem (TME), genel anlamda, iki büyük kraniyal kemik arasında oluşan, anatomik bir istmus olarak tanımlanabilir. Sözü edilen kraniyal kemikler; yukarıda kraniyo-maksiller kompleks, aşağıda ise mandibuladır. Bu nedenle, bölgeye gelen herhangi bir travmatik şoku, kendi bünyesi içindeki yapılara eşit olarak paylaştırarak absorbe eden, büyük bir kanal sistemi olarak da görev yapar.

İki kemik yüzeyinin birbirine sürtünmesine engel olmak için, bu kemik yapıları arasında, resilient fibrokartilogenöz nitelikte disk yer almıştır.

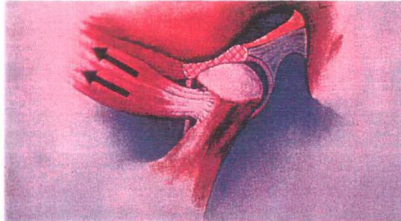


TME, doğal mühendislik ve mimarinin zarif bir örneğidir. Burada, vücudun diğer eklemlerinde olduğu gibi, rotasyon ve diğer eklemlere bir üstünlüğü olan, translasyon hareketi birarada yapılmaktadır (Şekil 2.2.1).



Şekil 2.2.1. Rotasyon Hareketi (Witzig, 1991).

Kondil-disk bütünü, glenoid fossa içinde, sadece yukarı aşağı değil aynı zamanda ileri geri yönde de hareket edebilmektedir (Şekil 2.2.2).



Şekil 2.2.2. Translasyon Hareketi (Witzig, 1991).

Bu hareket kombinasyonu sayesinde, mısır koçanından mısır yemek, selafon tomarını yırtarak açmak, bir parça misinayı dişler ile koparmak gibi, fonksiyonel aktiviteler yapılabilir.

Bu genel tanımlamalardan sonra, temporomandibuler eklem bölgesinde bulunan ve dinamik fonksiyonel faaliyette bizzat rol alan TME'e ait elemanlar tek tek incelenecektir.

**2.2.1. Mandibula Kondili,** TME'e ait kemik elemanlarından biri olup, anatomik olarak büyük bir fasülye tanesini andırmaktadır. Kondil şekli üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda bireyde, malokluzyonlar, internal düzensizlikler ve dejeneratif eklem hastalıklarının varlığına bağlı olarak, kondil şeklinin triangular, flat, konkav, konveks, olmak üzere değişebildiği bildirilmiştir (Pandis ve ark., 1991). Embriyolojik yaşamda kondil kıkırdağı, Meckel kıkırdağı yakınında, lateral pterygoid kasa bitişik olarak meydana gelen sekonder kemikleşme bölgesinden oluşmaya başlamaktadır. Adolesan dönemde, eklem kıkırdağı yarı şeffaf ve mavimsi renktedir. Adult döneme doğru ise yavaş yavaş opaklaşarak sarımsı bir renk alır.

Kondilin, mediolateral olarak genişliğinin 10-15 mm, anteroposterior olarak uzunluğunun 8-10 mm ve süperoinferior olarak yüksekliğinin 8 mm boyutlarında olduğu saptanmıştır. Kondil başının superior-inferior olarak uzun eksenini ile, ramusun uzun eksenini, aynı düzlem üzerinde yer alır. Yani, kondil başı ile kondil boynu arasında açılanma yoktur (Dawson, 1989; Witzig ve Spahl, 1991). Ancak bu açılanmanın büyüme ve gelişimin erken döneminde kondil şeklinin değişmesi ile beraber değişebildiği, Dibbets ve van der Weele tarafından ifade edilmiştir (1991b). Kondil başı ile kondil boynu arasında oluşan açılanma stomatognatik sistemin fonksiyonlarının niteliğinin değişmesine bağlı olarak, kollum mandibula önünde meydana gelen remodellinge bağlanmıştır. Bu nedenle sözü edilen açılanmada, büyümenin ileri evrelerinde sapmalar oluşması normal kabul edilmiştir.

Deneysel çalışmalarda, uygulanan retraktif mandibuler kuvvetlerin etkisi ile mandibula kondilinde, golf sopasına benzer şekilde açılanmalar olduğu bildirilmiştir (Coprav ve ark., 1985a; Orliaguet ve ark., 1993). Petrovic ve

arkadaşları (1975), rat mandibulasında yaptıkları deneysel bir çalışmada, kondilin geriye doğru hareket etmesine neden olan herhangi bir etki karşısında, kondil başı ve kondil boynunun anterioruna yapışan lateral pterygoid kasın üst ve alt hüzmelerinin uzadığını ve bunun periostta gerilim yarattığını; sonuç olarak, bu bölgede kemik depozisyonunun stimüle edildiğini ileri sürmüştür. Özetle, özellikle mandibuler kondilin anteriorundaki ossifikasyon, kondil başı ile boynu arasında açılanmaya yol açmaktadır.

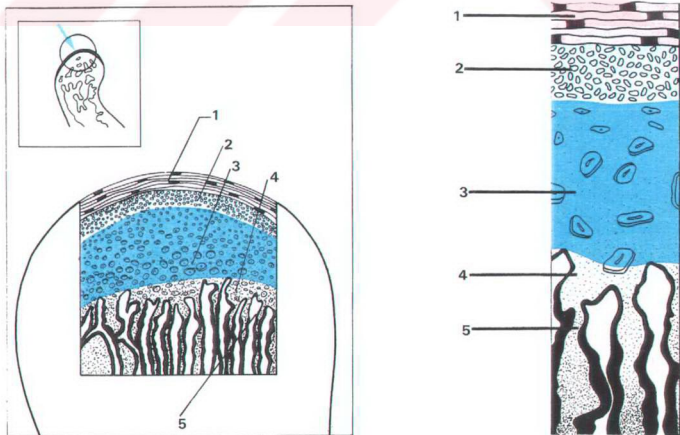
Mandibuler kondil, mediolateral olarak, medial tarafta laterale göre daha çıkıntılıdır. Bu anatomik nitelik, medial ve lateral bölgeler arasında bir eksen oluşmasına neden olmaktadır. Buna, *kondiler polar eksen* veya *horizontal eksen* denir. Kondiler polar eksen ile midsagittal düzlem arasındaki açı *kondiler polar eksen açısı* ya da *horizontal açı* olarak tanımlanmıştır. Bu açının değeri, 0°-45° arasında değişmekte olup (Witzig ve Spahl, 1991); ortalama değerinin 20° olduğu bildirilmiştir (Westesson ve ark., 1991; Witzig ve Spahl, 1991). Westesson ve arkadaşları (1991), kondiler polar eksen açısı veya horizontal açı değerinin normalden daha fazla olduğu durumlarda, disk deplasmanı ya da dejeneratif eklem rahatsızlığı oluşma riskinin arttığını ifade etmiştir.

Histolojik olarak, kondil başı mükemmel bir yapıya sahiptir. Snovial eklemlerde, kemik yüzeyleri hyalin kıkırdak dokusu ile örtülmüştür. Oysa mandibuler kondil, daha koruyucu özellikteki beyaz fibrokartilaj bir yapı ile sarılmıştır (Witzig ve Spahl, 1991). Bu fibrokartilaj yapı, predominant olarak kollagen liflerden ve az sayıda kıkırdak hücrelerinden oluşmuştur (William ve ark., 1989). Kondil yüzeyini örten fibrokartilaj yapının adaptasyon kabiliyeti yüksek olup; hayat boyunca devam etmektedir. Bununla birlikte, diğer snovial eklemlerde epifiz plağının faaliyeti büyümenin aktif evrelerinde gerçekleşmektedir. Aktif büyüme fazı tamamlandığında, epifiz plağında da sekonder ossifikasyon sahaları oluşarak boy uzamasındaki artış yavaşlamakta ve tamamen kemikleşme oluştuğunda ise, durmaktadır. Kondil

üzerini örten fibrokartilaj yapı ise, her an büyüme potansiyeline sahip latent bir aktif doku olup; üzerine gelen basınç veya gerilim gibi streslere cevap verme özelliğine sahiptir (Baume, 1961). Bu biyolojik cevap, hücresel düzeyde oluşmaktadır. Histolojik olarak kondil kırıkdağının tabakaları kondil yüzeyinden derine doğru (Şekil 2.2.3):

- 1- Fibröz Kapsül
- 2- Prekondroblastik tabaka
- 3- Kondroblastik tabaka
- 4- Kalsifiye kırıkdağ matrisi
- 5- Dejenerasyon bölgesi
- 6- Osteon tabakası
- 7- Osteoblastlardan oluşan lamelli endokondral kemik tabakası, şeklinde sıralanmıştır.

Fibröz kapsül, kondil kırıkdağının adeta bir kondroblast fabrikası gibi görev yapmaktadır. Prekondroblastik tabaka, büyüme bölgesidir ve gelen stresler bu bölgeyi etkisi altına alarak değişim yaratmaktadır.



Şekil 2.2.3. Kondil kırıkdağına ait tabakalar.

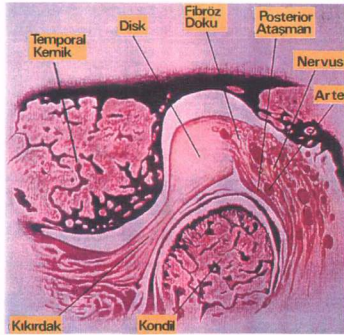


Kalsifiye kıkırdak matriksi sahası ve dejenerasyon bölgesi erozyon alanları olup; basınca maruz kalan kıkırdak yapıda bu bölgelerin genişliğinin arttığı deneysel çalışmalarda gösterilmiştir. İn vivo ve in vitro çalışmalarda, kondil kıkırdağının hücresel faaliyetlerinin, eksternal etkenlere göre düzenlendiği gösterilmiştir (Salter ve Field, 1960; Moffet ve ark., 1965; Copray ve ark., 1983; Copray ve ark., 1985a; Copray ve ark., 1985b; Copray ve ark., 1985c; Copray ve ark., 1985d; Kantomaa ve ark., 1988; Orliaguet ve ark., 1993).

Dış etkenlerin, kollagen sentezinin artmasına, prekondroblastik tabakadaki kondroblastların yassılaşması ve sayıca azalmasına ve alkalin fosfataz düzeyindeki artışa bağlı olarak hipertrofik tabaka kalınlığının artmasına neden olduğu belirtilmiştir (Coprav ve ark., 1985c; Asano, 1986; Carano ve Siciliani, 1996). Bu hücresel siklusun izahı ise şöyle yapılmıştır: Mekanik etkiler, TME bölgesine olan snovial sıvı geçişini azaltmakla kalmayıp; intersellüler matriks yolu ile besleyici sıvının geçişini de engellemektedir. Kondroblastlar yeterince beslenemediği için, hipertrofiye uğrayan hücre sayısı artmakta, dejenerasyon başlamakta ve intersellüler matriks tablosu değişmektedir (Salter ve Field, 1960). Kondilin mekanik etkilere karşı hassasiyetinden, kraniyofasiyal yapıyı oluşturan komponentlerin büyümesini yönlendirmekte yararlanılmaktadır.

**2.2.2. Menisküs**, Yunanca "Meniskos" dan köken almış bir kelime olup; *yarım ay* anlamına gelmektedir. Ancak bu, TME için eksik bir tanımlama olup; meniküs terimi, daha ziyade vücudun diğer bazı eklemlerinde hareketi kolaylaştırarak eklem yüzeylerinin daha fazla uyumunu sağlayan, fibröz kıkırdak yapıları için kullanılmaktadır. Menisküs, eklem yapısının bir tarafında yer alarak eklem yüzeyini büyütür. TME'e ait iki kemik yapıyı birbirinden ayıran fibrokartilaj yapıya ise "**Diskus**" (disk) demek, daha doğrudur. Diskin bulunduğu yerde iki kemik yapısı doğrudan doğruya birbirine temas etmemekte; arada disk yer almaktadır (Odar, 1986). Diskin

ideal görüntüsü yarım ay şeklinde değildir. Daha çok eritrositlere benzerlik göstermektedir. Cerrahi işlemler ile çıkarılan disk, kurutulmuş kayısı yarısını andırır. Ovoid bir yüzeye sahiptir. Kenarları kalın, ortası ise daha incedir. William ve arkadaşları (1989), diskte iki kalın saha arasında ince bir bölge olduğunu belirterek; diskin kalın olan ön kısmına *Anterior Band*; arada kalan ince bölümüne *İntermediyat Bölge*; ve anterior banda göre daha kalın yapıdaki arka kısmına ise, *Posterior Band* denildiğini ifade etmiştir. Anterior ve posterior bandta bulunan kollagen lifler paralel olarak izlenirken; intermediyat bölgede bulunan liflerin irregüler olduğu saptanmıştır. Sagittal kesitlerde asimetrik papyon ya da davul tokmağı şeklinde görülen disk, koronal kesitlerde ark şeklindedir. Diski, kondilin medial ve lateral yüzeylerine kollateral diskal ligamentler bağlamaktadır. Bu ligamentler, diskin medial ve laterale hareketini sınırlar iken; kondilin anteriora hareketi sırasında da diske rehberlik yapmaktadır. Diskin anterioru M. Pterygoideus Lateralis'in üst karnına ait atasman ile devam etmektedir. Bu kasın görevi, açma ve kapatma fonksiyonları esnasında diskin hareketlerinin fizyolojik düzeyde tutulmasıdır.



Şekil 2.2.4. Disk ve Retrodiskal Yapı (Witzig, 1991).

Diskin posteriorunda nörovasküler bakımdan zengin olan *retrodiskal yastık* veya *bilaminer bölge* bulunmaktadır. Süperior retrodiskal lamina fibroelastik liflerden oluşmuştur. Fossanın posterior marjinine yapışarak sonlanır. İnfior retrodiskal lamina ise non-fibroelastik liflerden oluşur ve kondilin arka yüzeyine ve timpanik sahaya yapışarak sonlanır (Şekil 2.2.4).

Ağzı açma esnasında, süperior retrodiskal dokular, elastik olmaları nedeni ile diski geriye doğru çekerek, diskin öne doğru deplase olmasına engel olmaktadır. Bu adeta koruyucu bir mekanizmadır.

**2.2.3. Eklem Kapsülü**, komşu kemikleri aralıksız olarak birbirine bağlayan bir yapıdır. Bu şekilde eklem boşluğu, eklem kapsülü ile her taraftan aralıksız olarak ve hava geçmeyecek şekilde sarılmıştır. Eklem kapsülü, hücresel yapısı ve mekanizması bakımından birbirinden farklı iki tabakadan oluşmuştur:

2.2.3.1- Stratum Fibrosum

2.2.3.2- Stratum Snoviale

**2.2.3.1- Stratum Fibrosum**, fibröz bağ dokusundan yapılmış olup, dış tabakayı oluşturmaktadır. Bu tabakanın, komşu kemikleri birbirine bağlamak; dış etkilere, fazla ve gereksiz hareketlere karşı eklemi korumak gibi görevleri vardır. Kalınlığı her yerde aynı olmayıp; fonksiyonlara göre değişmekte ve kemiğe bağlandığı yerlerde periosteal lifler ile devam etmektedir.

**2.2.3.2- Stratum Snoviale**, bağ dokusundan yapılmış, ince ve yumuşak bir zar olup, eklem kapsülünün iç yüzeyini örterek eklem kıkırdağı kenarlarında son bulmaktadır. Bu tabaka, fibröz tabakaya, çok gevşek bağ dokusu ile yapılmıştır. Kapsülün bazı parçalarında pile şeklinde yağ dokusundan

zengin uzantılar vardır. Bunlar, eklem aralıklarına sokulup, eklem yüzeylerinin birbirine tam olarak uymadığı yerlerde oluşan boşlukları doldurarak, hem eklem yüzeyleri arasındaki teması arttırmakta hem de bu uzantılar sayesinde, çeşitli hareketlere eklem bölgesi elemanlarının uyumunu sağlamaktadır. Embriyolojik olarak, eklem boşlukları ve eklem yüzeyleri olmak üzere eklemeye ait tüm bölümler, mezenşimal orijinli bir bağ dokusu ile örtülmüştür. TME bölgesinde, bu örtüye *snovial tabaka* denir.

Snovial tabaka, *snovia* denilen sıvıyı salgılamaktadır. Snovial tabakadaki pile tarzındaki uzantılar sayesinde, snovia sıvısı salgılayan yüzeyin genişliği artırılmaktadır. Snovial tabakanın eklem boşluğuna bakan iç yüzeyi düz ve parlak olup; yassılaştırmış bağ dokusundan oluşmuştur. Damar ve sinir ağı bakımından zengindir. Sinirler burada zengin bir ağ oluşturmaktadır. Eklem bölgesinin hassasiyeti, snovial tabaka ve bilhassa eklem boşluğuna sokulan snovial uzantıların yapısındaki sensitif sinirlerin ve sinir sonuçlarının fazlalığından ileri gelmektedir. Bu tabakanın sıvıları çabuk rezorbe etme özelliği vardır. Bunun içindir ki, eklem boşluğuna dokulara zarar vermeyen bir sıvı verildiğinde çabucak rezorbe edilir. Bu özellik, travma ya da çeşitli hastalıklar sırasında, eklem boşluğuna toplanan sıvıların bu bölgeden uzaklaştırılması bakımından önem taşımaktadır.

**2.2.4. Snovia sıvısı**, retrodiskal bölgede bulunan damarlardan oluşmaktadır. Snovia sıvısı, glikoprotein yapısında, oldukça koyu ve yapışkan bir sıvıdır. Yapısında, az sayıda hücre, yağ granülleri, snovial uzantılardan kopmuş küçük doku parçaları ve müsin bulunmaktadır. Snovia sıvısı içeriğinde, eklem lubrikasyonunda önemli bir rolü olan müsin gibi maddeler bulunduğundan, yoğunluğu fazladır. Bu sıvının eklem yüzeylerindeki bozulma ve yırtılmayı önlemede etkili olduğu vurgulanmıştır (Salter ve Field, 1960). Eklem aralığını dolduran snovia sıvısı, adeta bir makina yağı gibi eklem yüzeylerinin kayganlığını artırarak sürtünmeyi hissedilmeyecek kadar aza indirmektedir. Bu sıvı sayesinde, kıkırdak dokuları arasındaki sürtünme katsayısının iki buçuk parçasının birbirine sürtünmesi ile oluşan



sürtünme katsayısından ancak üç misli fazla olduğu saptanmıştır (Charnley, 1955). Bu nedenle, bu sıvıyı hazırlayan snovia tabakasının korunması son derece önemlidir.

TME bölgesinin beslenmesi, kondil başında ve diskin kendi yapısında kan damarları bulunmadığı için, çevre dokulardaki damarlardan ve subkondiler sahada bulunan endosteal interstisyel kan damarlarından diffüzyon yoluyla olmaktadır. Bu geçiş deneysel olarak gösterilmiştir (Salter ve Field, 1960).

Buraya kadar anlatılanlardan anlaşılacağı üzere, TME bölgesindeki faaliyetin doğru olarak devam etmesi, buradaki dokuların sağlığı ile yakından ilişkilidir.

TME internal düzensizliğinin nedeni, global olarak, disk ile kondil arasında olması gereken ideal ilişkinin bozulması şeklinde özetlenebilir. Bu nedenle disk ile kondil arasındaki ideal ilişkinin tesbit edilmesi ve her şekilde bunun korunması TME internal düzensizliklerinin oluşmasının önlenmesi bakımından önem taşımaktadır.

### **2.3. TME Manyetik Rezonans Görüntüsü Üzerinde Belirlenen Disk Konumları**

Disk, süperiora temporal kemiğe ait olan glenoid fossanın eminens eğiminin alt yüzeyi ile, inferiora ise kondilin diske bakan üst-ön yüzeyi arasında yerleşmektedir. İstirahat halinde iken, diskin posterior bandı ile bilaminer bölgenin birleşme sahası ve kondil tepesi arasındaki ilişki, ideal disk konumunu tanımladığı için, önemlidir.

Diskin posterior bandının bilaminer saha ile birleştiği bölge ve kondil tepesi, aynı düzlem üzerinde bulunmalı; başka bir ifade ile saat 12 konumunda olmalıdır (Drace ve ark., 1990) (Şekil 2.3.1). Açma fonksiyonu esnasında,

eminens eğimi boyunca, kondilin aşağı ve öne hareketi ile birlikte disk de onu takip etmeli ve diskin intermediyat bölgesi, eminens eğiminin alt bölümü ve kondil tepesi arasında lokalize olmalıdır.

Kapatma fonksiyonunda da, açma fonksiyonunda izlenen yolun tersi izlenerek, disk ile bilaminer saha birleşimi ve kondil tepesi arasında daha önce de ifade edilen ideal ilişki korunmalıdır.



Şekil 2.3.1. Diskin saat 12 konumu (Drace ve ark., 1990).

Disk ile kondil arasındaki saat 12 konumunun anterior veya posterior yönde, çok az dahi bozulması, diskin yer değiştirmesi olarak kabul edilmektedir (Drace ve Enzmann, 1990). Diskin mandibula kondili ve temporal kemiğin artiküler yüzeyi arasında anormal konumlanması ve buna bağlı olarak fonksiyonlarının değişmesi, TME internal düzensizliklerinin başlamasına neden olmaktadır (Okeson, 1989; Dawson, 1989; Drace ve ark., 1990; Murakami ve ark., 1993).

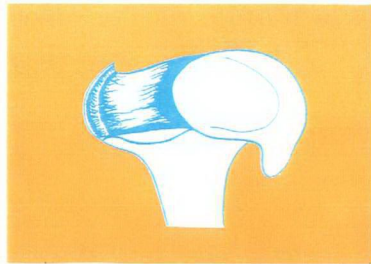
Disk konumları şu şekilde sınıflandırılmıştır:

**2.3.1- Süperior Disk Konumu veya Saat 12 Konumu:** Diskin posterior bandı ile retroartiküler pad'in bilaminer bölgesinin birleştiği sahanın, kondil

başının üst kurvatürünün ortasında olması gerekir. Yani, kondil düzlemi ve posterior bandın bilaminer bölge ile birleştiği sahanın aynı düzlem üzerinde olması, *saat 12 konumu veya superior disk konumu*, olarak tanımlanmaktadır (Katzberg ve ark., 1985; Katzberg ve ark., 1988; Sanchez-Woodworth ve ark., 1988; Katzberg, 1989; Kirk, 1989; Drace ve Enzmann, 1990; Drace ve ark., 1990; Murakami ve ark., 1993) (Şekil 2.3.1).

**2.3.2- Anterior Disk Konumu:** Diskin kondile göre saat 12 pozisyonundan öne doğru kayması, *anterior disk konumu* olarak tanımlanmıştır. Bu durum, minimal düzeyde dahi olsa disk deplasmanının habercisi olarak kabul edilmektedir (Katzberg, 1989; Drace ve ark., 1990; Drace ve Enzmann, 1990).

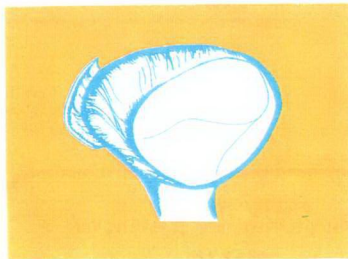
**2.3.3- Sideway Disk Deplasmanı:** Diskin, eklem boşluğunun medial veya lateral tarafına deplase olması şeklinde iki türdür. Bu nedenle, *Medial Disk Deplasmanı* ve *Lateral Disk Deplasmanı* olarak adlandırılan iki durum tanımlanmıştır (Katzberg ve ark., 1988) (Şekil 2.3.2).



Şekil 2.3.2. Sideway Disk Deplasmanı (Katzberg ve ark., 1988).

Sideway disk deplasmanı popülasyonda sık rastlanan bir deplasman türü değildir. Sagittal manyetik rezonans görüntüleri üzerinde, sideway disk deplasmanını teşhis etmek mümkün değildir. Ancak koronal manyetik rezonans görüntülerinde tesbit edilebilir. Nitekim yapılan çalışmalarda, sagittal MRG incelemesinde diskte herhangi bir deplasman saptanmazken; koronal MRG üzerinde diskin medial ya da lateral eklem boşluğuna doğru yer değiştirmiş olduğu belirlenmiştir (Westesson ve ark., 1987; Katzberg ve ark., 1988).

**2.3.4- Rotasyonel Disk Deplasmanı:** Diskin, *antero-medial* ya da *antero-lateral* eklem boşluğuna doğru yer değiştirmesidir. İlk defa, 1918'de Pringle tarafından tarif edilmiştir. Daha sonra 1980 yılında, TME internal düzensizliği, bu yönü ile Katzberg tarafından incelenmiştir. 1983'de Westesson ve arkadaşları tarafından, multidirectional artrogramlar kullanılarak, insan ile kadavra örneklerinin TME'nin karşılaştırıldığı çalışma ile de, rotasyonel disk deplasmanı gösterilmiştir (Westesson ve ark., 1987; Katzberg ve ark., 1988). Rotasyonel antero-medial ve medial sideway disk deplasmanının, rotasyonel antero-lateral ve lateral sideway disk deplasmanından daha fazla olduğu gösterilmiştir (Katzberg ve ark., 1988) (Şekil 2.3.3).



Şekil 2.3.3. Rotasyonel Disk Deplasmanı (Katzberg ve ark., 1988).

Yukarıda anlatılanlar, MRG üzerinde statik olarak belirlenen disk konumlarıdır. Bununla birlikte, fonksiyonlar esnasında da disk konumunun tanımlanması, TME internal düzensizliklerinin klinik semptomlarının yorumlanmasında yardımcı olmaktadır.

**2.4. Fonksiyonel Disk Konumu:** Üç ana başlık altında incelenmektedir (Katzberg ve ark., 1988; Sanchez-Woodworth ve ark., 1988; Katzberg, 1989).

**2.4.1- Normal (Uyumlu) Disk Konumu:** Ağız kapalı iken, disk saat 12 konumundadır ve diskin ince ara bölgesi, ağız açma esnasında kondil başının tepesi ile eminens eğimi arasında lokalize olmuştur.

**2.4.2- Redüksiyonlu Disk Deplasmanı:** Ağız kapalı iken, disk kondilin önünde yer alır ve ağız açılırken, kondil disk ile normal ilişkisine döner ve bu sırada *klik* sesi oluşur. Bunun nedeni, statik durumda iken diskin kondilin önünde yer alması ve fonksiyon esnasında kondilin, diskin posterior bandını atlamasıdır. Kapatma esnasında ses duyulmasına *resiprokal klik* denir. Resiprokal kliğin duyulma zamanı, kondil normalden daha fazla öne doğru kaydığı için, diskin glenoid fossa içerisindeki kayma miktarına bağlıdır. Disk fossada ne kadar uzağa kaydıysa, kondilin kapatma sırasında onunla birlikte kayması ve onu atlaması, erken, ara ve geç olmak üzere üç zamanda işitilebilir.

**2.4.3- Redüksiyonsuz Disk Deplasmanı:** Disk, hem açma hem de kapatma esnasında kondilin önünde yer almıştır. Klinik olarak ses işitilmez; ancak ağrı ve harekette sınırlılık vardır. Bu durumda kondil, bilaminer bölge ile artikülasyon yaptığından, bilaminer bölgede iki tür doku reaksiyonu meydana



gelmektedir. Birincisi, kondilin bilaminer bölgeye baskı uygulaması bu dokuların yırtılmasına veya perforasyonuna yol açabilir ve kondil ile glenoid fossa arasında kemik kemiğe ilişki oluşabilir. Bu ise, progressif eklem dejenerasyonunun başlamasına neden olmaktadır.

İkicisi ise, kondil ile artikülasyona geçen bilaminer bölgede fibrotik bir doku dönüşümü olabilir. Bu fibrotik yapıya, *yalancı disk* veya *pseudo-artroz* denir.

## 2.5. Manyetik Rezonans Görüntüleme Yöntemi

Tıp tarihi, hastalıkların tanı ve tedavisindeki buluş ve gelişmeler ile doludur. Tanısal radyoloji (Radyodiagnostik), X-ışınının 1895 yılında Röentgen tarafından keşfi ile gelişmeye başlamış, Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) ile doruğa ulaşmıştır.

Manyetik nitelik ya da manyetizm, kütle ve yük gibi maddenin temel özelliklerinden birisidir. Bu özellik, ilk olarak Manisa'da, günümüzden yaklaşık 2000 yıl önce, demiri çeken bir taş olarak tarif edilen mıknatısın bulunması ile farkedilmiştir. Burada vurgulanan manyetizm, genel bir kavramdır. Bir atom çekirdeğinin manyetik niteliği, ilk defa 1924 yılında Wolfgang Pauli tarafından bulunmuştur. Otto Stern ve Isador Rabi'ye atom ve nükleer manyetizm ile ilgili yaptıkları çalışmalar, 1944'de Nobel Fizik ödülünü kazandırmış; bundan sonra, nükleer manyetik rezonans kavramı kullanılmaya başlanmıştır. Böylece, Rabi sayesinde, teşhise yönelik görüntülemenin temeli, moleküllerin davranışlarının alternatif (değişken) radyo dalgalı bir alana yerleştirildiği zaman değiştiğinin keşfedilmesi ile atılmıştır. MRG, 1980'li yıllarda kliniklerde kullanılmaya başlanmış ve günümüzde sıkça başvurulan bir yöntem haline gelmiştir. Ülkemize, 1980'li yılların sonlarında gelen MRG, 1990'lardan itibaren rutin olarak kullanılmaya başlanmıştır. MRG, tarihsel gelişimi sırasında, değişik isimler almıştır. Öncelikle bu konuda kavram karmaşası yaratan, Nükleer Manyetik

Rezonans (NMR) terimini açıklamakta fayda vardır. MRG'nin fizik temeli, rezonans prensibine dayanmaktadır. Kullanılan rezonans, nükleer düzeyde olduğu için, nükleer rezonans denmiştir. Bu nedenle NMR, fizik fenomeni daha iyi ifade etmektedir. Işın içine görüntüleme girdiğinde ise, *Manyetik Rezonans Görüntüleme* veya kısaca *MRG* tanımının kullanılması daha uygundur.

MRG'nin temelinde, manyetizm ve rezonans fenomenleri bulunmaktadır (Stark ve Bradley, 1992).

*Manyetizm*, elektrik yükü taşıyan parçacıkların hareketleri ile oluşur. Her bir parçacığın elektrik konfigürasyonu farklı olduğundan, manyetizm de farklı tiplerde oluşmaktadır. Atom nükleusundaki parçacıkların yarattığı manyetizm, *Nükleer Manyetizm* olarak nitelendirilmektedir.

*Rezonans* ise, dış manyetik alan içerisinde bulunan nükleusların, spesifik frekanstaki radyo dalgalarının (RF dalgası) enerjisine maruz kalarak, bu enerjiyi absorbe edip enerji düzeylerini yükseltmeleri ve belirli bir süre sonra da absorbe ettikleri enerjiyi dış ortama geri vererek, eski enerji seviyelerine geri dönmeleri fenomenidir.

Manyetizm ve rezonans, atom düzeyinde gerçekleşmektedir. Maddenin en küçük birimi olan atom, negatif yüklü elektron, pozitif yüklü proton ve yüksüz nötronlardan oluşmuştur. MRG'de ise atom protonları kullanılmaktadır.

Manyetik rezonans sinyali, atomun nükleusundan kaynaklanır. Teorik olarak, manyetik rezonans ile görüntülenebilecek çok sayıda element vardır. Bir elementin manyetik rezonans oluşturmakta kullanılabilmesi için, atom nükleusunun tek sayıda proton ve nötron içermesi ve spin hareketi yapması gerekmektedir ( $H^1$ ,  $B^{10}$ ,  $N^{14}$ ,  $F^{19}$ ,  $P^{31}$  gibi). Çünkü çift protonların oluşturduğu manyetizm birbirini nötralize eder. Hidrojen atomu, insan vücudundaki tüm atomların %80'nini oluşturduğundan sayıca fazla olması ve MR sinyaline karşı hassasiyeti nedeniyle, MRG'de kullanılmaktadır. Hidrojen atomu, nükleusunda nötron içermeyip, sadece bir proton bulundurduğu için, hidrojen

nükleusu yerine, sıklıkla proton olarak adlandırılmaktadır. Ancak, hidrojen dışında diğer atomlar söz konusu olduğunda, proton terimi kesinlikle yanlış olur; böyle durumlarda nükleus kelimesini kullanmak daha doğrudur (Edelman ve Hesselink, 1990; Stark ve Bradley, 1992).

Protonlar, adeta bir mıknatıs çubuğu gibi davranır. İki tip hareketi vardır (Hendrick, 1993):

**2.5.1.a- Spin Hareketi:** Protonların kendi çevresinde dönme hareketidir.

**2.5.1.b- Precession (Salınım) Hareketi:** Protonların, dış manyetik alan eksenini etrafında meydana gelen hareketidir. Gerek spin hareketi gerekse salınım hareketi yapan nükleus, manyetik alan oluşturur. Oluşan bu alana *manyetik moment* denir.

Salınım hızı, Larmor denklemi ( $W_0 = \gamma \cdot B_0$ ) ile hesaplanır.

$W_0$  = Salınım Frekansını (Larmor frekansı, Precession frequency)

$\gamma$  = Gyromanyetik Oranı (MHz/T)

$B_0$  = Dış manyetik alan gücünü (T) göstermektedir.

Buna göre, sabit dış manyetik alanın gücü arttıkça salınım hızı artar. Daha önceden de ifade edildiği üzere, hareket halindeki herhangi bir elektrik yükü, bir manyetik alan oluşturur. Bu prensipten yararlanılarak, süperkonduktif ve rezistif MR magnetlerinden, elektrik akımı geçirilerek manyetik alan oluşturulur. Hareket halindeki manyetik kuvvet de elektrik akımı oluşturur. MR sinyallerinin kaydı bu prensibe dayanmaktadır. Bir alıcı sarmal kullanılarak, oluşan elektrik akımı kaydedilmektedir. Protonlar manyetik alan içerisine konunca, bir kısmı paralel bir kısmı ise antiparalel diziliş gösterir. Ancak, sıklıkla, paralel dizilen protonlar, antiparalel dizilenlerden, çok az da



olsa, fazladır. Bu, *net manyetizasyon* olarak adlandırılır. Sabit eksternal manyetik alanın gücü arttıkça, net manyetizasyon artar. Manyetik alan vektörel bir niceliktir. Dış manyetik alan, Z- vektörü ile gösterilir ve yönü mutlaka belirtilmelidir.

### 2.5.2. MRG İşleminin Safhaları

Bu bölümde, MRG işlemi basamak basamak incelenecektir (Edelman ve Hesselring, 1990):

1- MR cihazının manyetik alan oluşturan bölümüne *magnet* denir. Hasta, sabit dış manyetik alan içine konur. O halde, manyetik alan nedir?

Bir iletken telden akım geçirilirse, bu tel çevresinde bir manyetik alan oluşur. Manyetik alan birimi Tesla (T)'dir. CGS (Santimetre-gram-saniye) cinsinden ise Gauss (G)'dur. Bir Tesla, 10000 Gauss'a eşittir. MR cihazları, manyetik alanın büyüklüğüne göre, düşük - orta - yüksek manyetik alanlı MR cihazları olarak sınıflandırılabilir. Klinikte kullanılan MRG cihazlarının gücü genelde 0,3 - 1,5 T arasında değişmektedir. Dünyanın da bir manyetik alan olduğu ve bu manyetik alanın kutuplarda 0,7 G, ekvatorunda 0,3 G kadar olduğunu hatırlatmakta fayda vardır.

2- Protonlar dokularda rastgele sıralanır ve spin hareketi yapar. Ancak bir dış manyetik alana girince, bir kısmı paralel diziliş gösterirken, bir kısmı rastgele sıralanmaya devam eder. Genellikle paralel sıralanış gösteren proton sayısı daha fazladır. Paralel sıralanış gösteren protonların enerji seviyesi düşüktür. Bu şekilde paralel sıralanış gösteren protonlar *net manyetizasyonu* oluşturur. Net manyetizasyona *longitudinal manyetizasyon* denir. Sabit dış manyetik alanın gücü arttıkça net manyetizasyon da artar ve sonuçta güçlü MR sinyali elde edilir.

3- Longitudinal manyetizasyon, sabit manyetik alana paralel olduğundan değerini ölçmek mümkün değildir. Ancak yönünü değiştirerek ölçmek mümkün olmaktadır. Bu amaçla, radyofrekans (RF) dalgaları kullanılır. Manyetizasyon veya sıraya dizilme işlemi, frekansı uygun bir şekilde ayarlanmış radyo dalgası ile yapılır. RF dalgaları, elektromanyetik dalgalar olup, elektromanyetik dalga spektrumu içerisinde yer almaktadır. RF dalgalarının oluşturduğu manyetik alan çok düşük olup, değeri 10 mikro Tesla kadardır. MR'da kullanılan RF pulsunun dalga boyu 1-80 Mhz; frekansı ise yaklaşık 100 Mhz kadardır. RF dalgası foton olarak bilinen enerjiye sahiptir. RF dalgası uygulamaya başlandıktan sonra protonların frekansı ile uyumlu hale geldiği zaman enerjisini protonlara aktarır.

Paralel diziliş gösteren düşük enerji seviyeli protonlar bu enerjiyi absorbe edince daha yüksek enerji seviyesine yükselir. Bu ise longitudinal manyetizasyonun yönünü değiştirir. Dış manyetik alan ile longitudinal manyetizasyonun yönü farklı olunca ölçülebilecek hale gelir. MRG'de kullanılan RF dalgası sürekli değil belirli aralıklar ile uygulanır ve coil (sarmal) yardımı ile dokuya gönderilir. Dokuda oluşan MR sinyalleri, yine sarmallar tarafından tesbit edilerek alınır ve kaydedilir. RF dalgası gönderen sarmala *transmitter coil*, sinyal kaydeden sarmala ise *receiver coil* denir. MRG'de kullanılan RF non-iyonizandır. Bu, MRG'nin diğer tekniklere olan önemli bir üstünlüğüdür.

4- Protonların bir bölümü, RF enerjisini absorbe ederek enerji seviyelerini değiştirir; paralel durumdan antiparalel dizilişe geçer. Antiparalel dizilim artınca, longitudinal manyetizasyon giderek azalır ve kaybolur. Sonunda, Z-eksenine dik, Y-eksenine paralel, yeni bir manyetizasyon oluşur. Buna *transvers manyetizasyon* denir. Transvers manyetizasyonun bir oluşup bir kaybolması elektrik akımı oluşmasına neden olur. Bu bir fizik kuralıdır. Buna göre, hareket eden nükleus, nasıl manyetik alan oluşturuyor ise, değişim

gösteren manyetik alan da elektrik akımı oluşmasına neden olur. Oluşan bu elektrik akımını saptamak, MR incelemesinin temelini oluşturur.

5- Daha sonra relaksasyon işlemi meydana gelir ve protonlar, MR sinyali yaymaya başlar. Relaksasyon, RF pulsuna spinlerin verdiği yanıtı ifade eder.  $T_2$  relaksasyon ve  $T_1$  relaksasyon diye bilinen iki mekanizma ile gerçekleşir. Bu işlemler olurken geçen süreye  $T_2$  ve  $T_1$  relaksasyon zamanı denir. Sinyal gücü daha çok  $T_2$  relaksasyonuna bağlıdır.

RF pulsu verildiğinde longitudinal manyetizasyon azalarak kaybolur. Aynı anda transvers manyetizasyon oluşmaya başlar. RF pulsu uygulaması kesildiğinde ise transvers manyetizasyon azalarak kaybolacak ve longitudinal manyetizasyon yeniden oluşacaktır. Her RF pulsu verildiğinde bu işlemler tekrar eder. Transvers manyetizasyonun azalarak kaybolduğu süreye *transvers relaksasyon zamanı* ( $T_2$  zamanı), longitudinal manyetizasyonun yeniden oluşması için geçen süreye ise *longitudinal relaksasyon zamanı* ( $T_1$  zamanı) denir. Transvers relaksasyon zamanı ( $T_2$ ), longitudinal relaksasyon zamanından ( $T_1$ ) kısadır. Pratikte,  $T_1$  zamanı 300-2000 ms,  $T_2$  zamanı ise 30-150 ms arasındadır. Suyun  $T_1$  ve  $T_2$  relaksasyon zamanları uzundur. Çünkü, su molekülleri çok küçük olup hareket halindedir ve RF pulsundan aldığı enerjiyi çevresindeki moleküllere güçlükle transfer eder. Oysa, su içeriği az olan dokularda bu enerji transferi hızla gerçekleşmektedir. Bunun için  $T_1$  ve  $T_2$  relaksasyon zamanları kısadır.  $T_1$  relaksasyon zamanı, dış manyetik alanın gücüne de bağlıdır.

Dış manyetik alanın gücü arttıkça, protonların salınım frekansı artar. Magnet gücü, 0,15 T'dan 1,5 T'ya çıktığında,  $T_1$  değeri iki kat artar. Magnet gücü arttıkça  $T_2$  değeri ya hiç değişmez ya da minimal azalır.  $T_1$  zamanı her zaman  $T_2$  zamanından uzundur. Dokuların  $T_1$  ve  $T_2$  relaksasyon zamanlarını önceden tahmin etmek ve hesaplamak mümkün değildir.  $T_1$  ve  $T_2$  relaksasyon zamanlarının uzunluğuna göre dört olasılık söz konusudur:

**a- Kısa  $T_1$  Kısa  $T_2$ :** TR kısa olduğundan longitudinal manyetizasyon farklı zamanlarda oluşacak ve dokunun  $T_1$  sinyallerindeki farklılık ortaya çıkacaktır. Oysa TE kısa olduğu için TE sinyalleri arasındaki fark belirgin olmayacaktır. Oluşan görüntü  $T_1$  ağırlıklı olup, doku kontrastını göstermektedir.

**b- Uzun  $T_1$  Kısa  $T_2$ :** Proton densite ağırlıklı görüntü elde edilecektir. Dokudaki proton yoğunluğunu gösterir. Dokunun su içeriği arttıkça artar. Proton densite ağırlıklı görüntü elde etmek için  $T_1$  ve  $T_2$  ağırlığını azaltmak gereklidir.

**c- Uzun  $T_1$  Uzun  $T_2$ :**  $T_2$  ağırlıklı görüntü elde edilecektir. Dokuların  $T_2$  zamanlarının farklılığına dayanır.

**d- Kısa  $T_1$  Uzun  $T_2$ :** S/N oranı düşük ve kontrast zayıf olduğu için pratikte kullanılmamaktadır.

**6-** MR sinyali okunur. Dokudan gelen sinyal belirli aralıklar ile -ki buna *örnekleme aralığı* denir-, belirli noktalarda -ki buna *örnekleme noktası* denir-, belirli bir süre -ki buna *örnekleme zamanı* denir-, amplitüd ölçülerek yapılır.

Örnekleme aralığı: 5-100 msn

Örnekleme noktası: 128- 1024

Örnekleme zamanı: 1-30 msn

**7-** MR sinyalinin okunması ve sinyalin kaydı işlemi birden fazla yapılır. Sıklıkla bu işlem 128-256 defa tekrarlanır.

**8-** Ham bilgi matrisi oluşturulur. Dokulardan gelen MR sinyalleri bilgisayarda depolanır.

9- Fourier Transformasyon uygulanır. Fourier transformasyon matematiksel bir işlemler bütünü olup; ham bilginin görüntüye çevrilmesini sağlar.

10- Oluşan görüntü, en son işlem olarak filme aktarılır.

MRG'de sık olarak kullanılan iki kavramı ayrıca açıklamak gerekmektedir. Bunlar TR ve TE dir.

### 2.5.3. TR Zamanı ( Time to Repeat, Repetation Time )

Uygulanan iki RF pulsu arasındaki zamandır. Bir RF pulsu uygulanır. Transvers manyetizasyon oluşur. MR sinyali alınmaya başlanır. TR zamanı kadar beklenerek ikinci bir RF pulsu uygulanır. İşte bu iki RF pulsu arasındaki süreye *TR zamanı* denir. Seçilen TR zamanı, oluşan görüntü karakterini belirleyen önemli faktörlerden birisidir.

### 2.5.4. TE Zamanı ( Time to Echo, Echo Time )

RF pulsu uygulanma anı ile eko oluşturup sinyal kaydı yapılması arasındaki zamandır. Bir RF pulsu uygulandığında, longitudinal manyetizasyon azalarak kaybolacak ve transvers manyetizasyon oluşacaktır. RF pulsu uygulaması durdurulunca, longitudinal manyetizasyon tekrar oluşmaya başlayacak ve transvers manyetizasyon giderek azalacaktır. Transvers manyetizasyonun oluşup da, azalmaya başladığı bir anda, ikinci bir farklı derecede RF pulsu uygulanır. İşte ilk RF pulsu ile ikinci RF pulsu arasındaki süreye, *TE/2 zamanı* denir. TE/2 zamanı kadar daha beklenir ve tekrar ilk uygulanan RF pulsu yinelenir. Toplam TE süresi kadar beklendikten sonra sinyal kaydı yapılmaya başlanır. Sinyal, RF pulsundan belli bir süre sonra kaydedilir. Bu süreye *TE zamanı* denir. TE uzatıldığı zaman daha fazla dephasing için



zaman ayrılmış olur. Belli bir TE zamanında, uzun  $T_2$  zamanına sahip dokunun, sinyal intensitesi, kısa  $T_2$  zamanına sahip dokunun sinyal intensitesine göre, daha az düşecektir. Örneğin suyun  $T_2$  zamanı 2000 ms'den büyük olup; TE 15 sn'den 30 ms'ye çıkarılınca sinyal intensitesi önemsiz derecede değişecektir. Oysa  $T_2$  zamanı 50 olan bir dokuda, TE 15 sn'den 30 ms'ye çıkarılınca sinyal intensitesi önemsiz derecede değişecektir. Oysa  $T_2$  zamanı 50 olan bir dokuda, TE 15 sn'den 30 ms'ye çıkarılırsa o dokunun sinyal intensitesi % 50 azalır.

Teknik özelliklerinden de anlaşılacağı üzere MRG, hekime fizik imkanları ile biyolojik özellikleri, bireye herhangi bir zarar vermeden biraraya getirerek düzensizliklerin saptanmasında güvenilir bir teşhis imkanı sunmaktadır.

MRG, moleküler düzeyde doku değişikliklerinin oluşturduğu sinyalleri RF dalgaları ile muamele ederek görünür hale getirip, bölgeden ince kesitler alarak dokuların yapısal özellikleri, morfolojisi ve konumu hakkında ayrıntılı bilgi edinme imkanı tanıyan; iyonize radyasyon uygulama esasına dayanmadığı için biyolojik zararı olmayan ve noninvaziv olduğu için hasta konforunu olumsuz etkilemeyen bir yöntemdir. Ancak, pahalı olması nedeniyle rutin olarak uygulanamamaktadır. Bununla birlikte kesin teşhiste diğer yöntemlere nazaran daha yeterli olması ve hemen ardından tedaviye geçme olanağı tanıyarak bekleme süresini kısaltması nedeniyle, pahalı olması handikapı göz ardı edilebilmektedir.

### 3. MATERYAL ve METOD

Bu araştırma, tedavi amacı ile Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na gelen, iskeletsel ve dişsel Klas I ve Klas III düzensizliğe sahip bireylerden oluşmuş iki grup üzerinde yapılmıştır.

İskeletsel Klas I malokluzyon bulunan, ANB açısı ortalama  $3,1^0 \pm 0,26$  olan ve iskelet yaşı 6-10 yıl arasındaki, 6'sı kız 4'ü erkek, toplam 10 birey kontrol grubunu; iskeletsel Klas III malokluzyona sahip, ANB açısı ortalama  $-2,6^0 \pm 0,71$  ve iskelet yaşı 4,6-11 yıl arasında olan, 10'u kız 5'i erkek, toplam 15 birey ise tedavi grubunu oluşturmuştur. Tedavi ve kontrol grubunu oluşturan bireylerin kronolojik yaşı, iskelet yaşı ve gelişim potansiyeline ait tanıtıcı istatistik değerleri Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.1.** Tedavi ve kontrol grubunun tedavi ve gözlem başındaki (T.B. ve G.B.) Kronolojik Yaş (K.Y.), İskelet Yaşı (İ.Y.) ve Gelişim Potansiyeline (G.P.) ait tanıtıcı istatistik değerleri.

T.B. ve G.B.	Tedavi Grubu (n=15)			Kontrol Grubu (n=10)		
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Min	Max	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Min	Max
K. Y.	9,19±0,46	6,8	12,1	8,72±0,44	6,1	10,5
İ. Y.	8,27±0,52	4,6	11,0	7,76±0,77	6,0	10,0
G. P.	69,71±1,34	62,2	79,1	74,20±1,90	68,0	86,2

Tedavi grubunu oluşturan bireylerde, anterior bölgede çapraz kapanış, posterior bölgede Klas III molar ilişkisi ile karakterize edilen dişsel Klas III ile birlikte, sentrik ilişkide iken mandibula geriye alınamadığı için iskeletsel Klas III malokluzyonun var olduğu saptanmıştır.

Kontrol grubunda yer alan bireylerde ise, molar dişler arasında Klas I ilişki mevcut iken; ön bölgede çapraşıklık dışında normal overjet ve overbite olduğu tesbit edilmiştir.

Tedavi ve kontrol grubunu oluşturan tüm bireylerden, standart koşullarda, tedavi ve gözlem başı ve sonunda, lateral sefalogram, el-bilek grafisi ve ağız kapalı pozisyonda, sol temporomandibuler eklem bölgesinden sagittal oblik kesitte MRG kayıtları alınmıştır.

Lateral sefalogram almak için, çeneler sentrik okluzyona getirilmiş, Frankfort Horizontal düzlemi (FH) yere paralel ve merkezi ışın ile bireyin midsagittal düzlemi arası uzaklık 12,5 cm ve merkezi ışın bu düzleme dik olacak şekilde ayarlanmıştır. Böylece, tedavi öncesi ve sonrası lateral sefalogram ve el-bilek filmi olmak üzere toplam 100 film araştırma materyalinin bir bölümünü oluşturmuştur.

Araştırmamızda tüm bireyler TME sağlığı yönünden klinik olarak muayene edilmiş ve TME internal düzensizliği belirtisi olan semptomlara (kliking, ağrı, resiprokal klik, harekette sınırlılık, kapatamama gibi) rastlanmadığı için, sadece ağız kapalı MRG incelemesi yapılmıştır.

Kontrol grubunda gözlem süreci içerisinde büyüme ve gelişim ile spontan olarak, tedavi grubunda ise uygulanan tedavi ile TME bölgesinde, özellikle disk ile kondil ve disk ile fossa arasında oluşan değişimlerin görüntülenerek değerlendirilebilmesi için, sol TME bölgesinden oblik sagittal kesitte ve ağız kapalı pozisyonda iken MRG alınmıştır. MRG alınmadan evvel araştırma kapsamındaki tüm bireylerin ebeveynlerine gereken açıklamalar yapılarak, MRG incelemesi yapılabilmesi için onayları alınmıştır.

MRG kayıtlarının alınması için, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi İbn-i Sina Hastanesi Radyodiyagnostik Anabilim Dalı Manyetik Rezonans Görüntüleme Ünitesi ile işbirliği yapılmıştır. Uzman hekim tarafından, MRG alınabilmesi için dikkat edilmesi gereken bazı durumlar, bireylere ve ebeveynlerine bildirilmiştir. Bireylerin hepsi bir kez de MRG alınabilirliği bakımından değerlendirildikten sonra MRG işlemine geçilmiştir.



Bireyler, 1,5 T'lık süperkondüktif MR cihazı ile (GE Medical System, Milwaukee, Wis) incelenmiş ve inceleme her seferinde her birey için aynı uzman hekim tarafından yapılmıştır.

Birey MR masasına baş önde olacak şekilde supin pozisyonda yatırıldıktan sonra başın stabilizasyonu, boyun altına yerleştirilen ve başı ve boynu çepeçevre saran kauçuk platform ile sağlanmıştır. MR cihazının haç şeklindeki işaretleyici ışığı, yüzün ortaoksal düzlemi ve Frankfort Horizontal düzleminden geçecek şekilde ayarlanmıştır. Daha sonra, 3 inch'lik surface coil (yüzeysel sarmal) temporomandibuler eklem bölgesine yerleştirilmiş ve birey, inceleme sırasında cihazdan gelen seslerden korkmaması konusunda uyarılmıştır.

İncelemeler, aksiyal (axial) plot alındıktan sonra oblik sagittal düzlemde yapılmıştır. TR 500 ms, TE 21 ms, inceleme kalınlığı 3 mm, inceleme aralığı 0,5 mm, FOV 10 cm, NEX 4 ve matris 256X128 olarak seçilmiştir. İnceleme 4.20 dakika devam etmiştir. Böylece tedavi ve gözlem başı ve sonrası dönemlerde olmak üzere, toplam 50 adet manyetik rezonans görüntüsü elde edilmiştir.

Kontrol grubunu oluşturan bireyler, gözlem periyodu süresince hiç bir ortodontik uygulama yapılmaksızın izlenirken; tedavi grubunda yer alan bireyler çenelik ile ortognatik tedaviye alınmıştır.

Çenelik, kondil çene ucu yönünde uygulanmış; kuvvet şiddeti sağ ve sol bölgede 300 g olmak üzere toplam 600 g olarak ayarlanmış; uygulama süresi ise günde 16 saat olarak belirlenmiştir.

Çeneliğin mandibula üzerindeki primer iskeletsel etkisinin, mandibuler anterior dişlerin lingual tippingi ile gölgelenmesine mani olmak amacı ile, alt çeneye tamamiyle pasif bir intraoral plak yapılmıştır. Plak, anteriorda vestibül ark, posteriorda ise tutucu damla ve/veya C kroşelerinden ibaret

olup; anterior akril sınırı alt keser dişlerin kesici kenarına kadar uzatılarak, kesici dişlerin olası bir lingual tipping hareketinin önlenmesi sağlanmıştır. Tedavi grubu bireylerinde, artmış overbite'ı ortadan kaldırmak için intraoral plakta, TME'deki orijinal kondil-disk-glenoid fossa ilişkisini bozacağı düşüncesi ile, vertikal yönde okluzyon yükseltilmemiş; fonksiyonel free way space mesafesinden yararlanılarak çeneliğin etkili olması sağlanmıştır. Bireyler, intraoral mandibuler plak ile ekstraoral çeneliğin senkron olarak takılması konusunda tembihlenmiştir.

Tedaviye negatif overjet (underjet), elimine edilinceye kadar devam edilmiştir. Maksiller ve mandibuler molar dişler arasında, Klas I ve hatta bazı bireylerde başa baş ya da Klas II ilişkisi; anteriorda ise çapraz kapanış ortadan kalkıp pozitif overjet oluştuktan 6 ay sonra, ikinci kayıtlar toplanmıştır. Toplam tedavi süresi 1 yıl 4 ay'dır.

Referans noktaları, sefalometrik filmler ve MRG'leri üzerine yerleştirilen asetat kağıtlarına işaretlenmiş ve koordinatlar 0,125 hassasiyete sahip bir Hewlett Packard Vectra RS-20 bilgisayara aktarılmıştır. Daha sonra, PORDIOS (Purpose on Request Digitizer Input Output System) bilgisayar programı ile dijitize edilen koordinatlar kullanılarak, bu çalışmaya ait ölçümler yapılmıştır. Çalışmada kullanılan referans noktalarının belirlenmesinde hata olup olmadığını kontrol etmek için, lateral sefalogram ve manyetik rezonans görüntüleri üzerinde ilk noktalamadan 20 gün sonra referans noktaları tekrar işaretlenerek tekrarlama katsayıları hesaplanmıştır. Araştırmaya ait sefalometrik ve MRG ölçümlerinin tekrarlama katsayıları Tablo 3.2 ve Tablo 3.3'te verilmiştir.

**Tablo 3.2.** Kontrol ve tedavi grubuna ait sefalogramlar üzerinde yapılan açısal, boyutsal ve oransal ölçümlere ait tekraralama katsayıları.

Parametre	Gözlem Başı	Gözlem Sonu	Tedavi Başı	Tedavi Sonu
AA'	0,9988	0,9930	0,9987	0,9972
BB'	0,9989	0,9943	0,9988	0,9976
AA'-BB'	0,9945	0,9970	0,9985	0,9984
Overbite	0,9964	0,9925	0,9997	0,9780
Overjet	0,9952	0,9803	0,9925	0,9942
ANS-PNS	0,9990	0,9245	0,9961	0,9987
Go-Pog	0,9986	0,9896	0,9315	0,9994
Cd-Go	0,9997	0,9965	0,9947	0,9998
A'-B'	0,9972	0,9980	0,9980	0,9981
LsLs'	0,9998	0,9989	0,9980	0,9840
LiLi'	0,9991	0,9992	0,9982	0,9967
Ls'-Li'	0,9844	0,9792	0,9980	0,9953
1/HOR	0,9976	0,9959	0,9935	0,9969
$\bar{1}$ /HOR	0,9947	0,9981	0,9982	0,9984
TW-7 <sup>0</sup> /MP	0,9992	0,9988	0,9986	0,9989
Gonial Açığı	0,9978	0,9992	0,9990	0,9990
ANS-PNS/GoPog	0,9909	0,8885	0,9927	0,9951
CdGo/ANSMe	0,9979	0,9975	0,9582	0,9979

**Tablo 3.3.** Kontrol ve tedavi grubunun MRG üzerinde yapılan açısal ve oransal ölçümlerin tekraralama katsayıları.

Alfa Açısı	0,9989	0,9997	0,9989	0,9988
Beta Açısı	0,9988	0,9993	0,9980	0,9979
Posterior Açığı	0,9995	0,9992	0,9992	0,9984
Medial Açığı	0,9987	0,9993	0,9995	0,9995
Anterior Açığı	0,9992	0,9998	0,9994	0,9995
K.G.F.K.	0,9821	0,9927	0,9527	0,9421

### 3.1. Sefalometrik Noktalar, Düzlemler ve Ölçümler

#### 3.1.1. Noktalar (Şekil 3.1)

Sella (S): Sella Turcica'nın geometrik orta noktası.

Tuberculum Sella (T): Sella Turcica'nın ön duvarının anterior clinoid process ile kesiştiği nokta.

Wings (W): Sphenoid kemiğin büyük kanatlarının ön kafa kaidesini kestiği noktaların orta noktası.

Nasion (N): Nasofrontal suturen ortaoksal düzlem ile kesiştiği en ileri nokta.

Anterior Nasal Spina (ANS): Maksillanın lateral sefalogramlardaki en ileri uç noktası.

Posterior Nasal Spina (PNS): Maksillanın lateral sefalogramlardaki en arka uç noktası.

Subspinale (A): Maksillanın anterior nasal spina ile alveoler process arasındaki en derin noktası.

Incisor superior (Is): Üst orta keser dişin kesici kenarının orta noktası.

Apex superior (As): Üst orta kesici dişin kök ucu.

Incisor inferior (Ii): Alt orta keser dişin kesici kenarının orta noktası.

Apex inferior (Ai): Alt orta kesici dişin kök ucu.

Supramentale (B): Alt çenede infradentale ile pogonion arasındaki iç bükeyliğin en derin noktası.

Pogonion (Pog): Alt çenenin anterior kurvatüründe, sagittal düzlemdeki en ileri nokta.

Gnathion (Gn): Mandibuler simfizin en ileri ve en alt noktası.

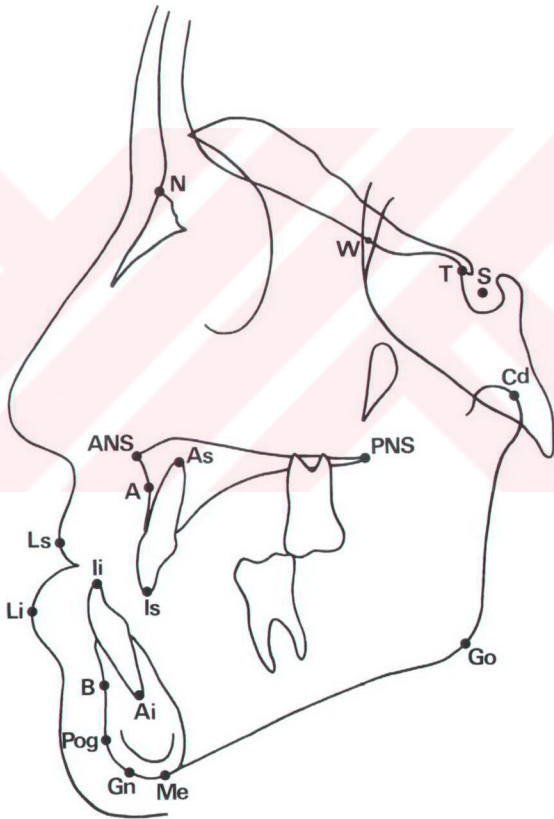
Menton (Me): Mandibuler simfiz alt kenarının en aşağı noktası.

Gonion (Go): Mandibuler ve ramal düzlemlerden oluşan açının açıortayının mandibuler kemiği kestiği nokta.

Condylion (Cd): Processus condylarisin en üst ve en dış noktası.

Labiale superior (Ls): Üst dudağın en ileri noktası.

Labiale inferior (Li): Alt dudağın en ileri noktası.



Şekil 3.1. Sefalometrik Noktalar.



Sefalometrik noktalar, filmler üzerinde işaretlendikten sonra, ölçümlerde kullanılmak üzere yatay ve yatay düzlemi kesen dikey referans düzlemleri oluşturulmuştur.

### 3.1.2. Referans Düzlemleri (Şekil 3.2)

TW Düzlemi: Tuberculum Sella ve Wings noktalarından geçen düzlemdir.

Horizontal Referans Düzlemi (TW-7°): T noktası merkez olmak üzere TW düzleminin 7° altından oluşturulan düzlemdir.

Vertikal Referans Düzlemi (T-perpendicular): Horizontal Referans Düzlemine Tuberculum Selladan dik çizilerek oluşturulan düzlemdir.

Palatal Düzlem (PP): ANS ve PNS noktalarından geçen düzlemdir.

Mandibuler Düzlem (MP): Go ve Pog noktalarından geçen düzlemdir.

Ramal Düzlem (RP): Cd ve Go noktalarından geçen düzlemdir.

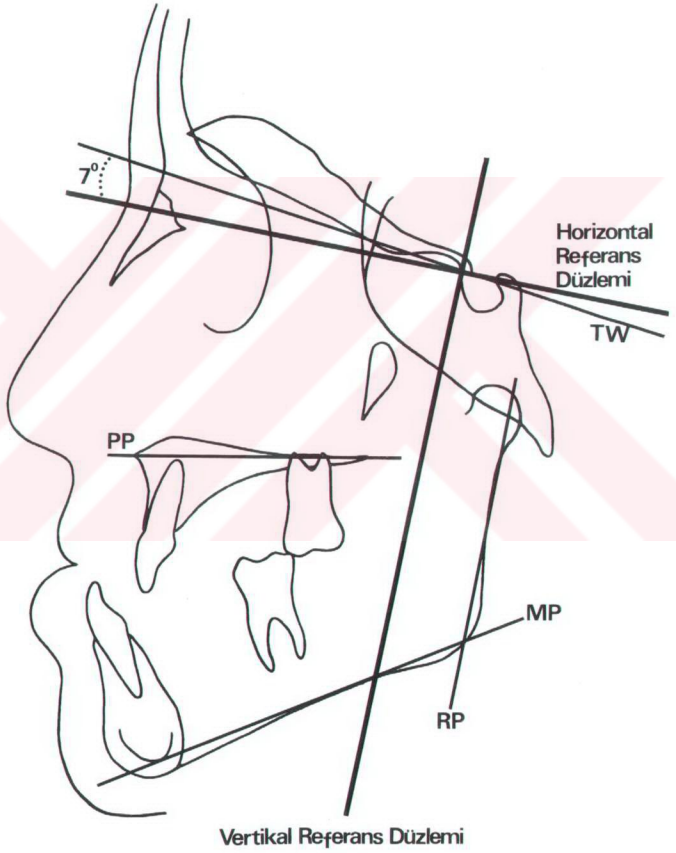
### 3.1.3. Açısal ve Boyutsal Ölçümler (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4)

#### 3.1.3.1. Maksiller İskeletsel Ölçümler

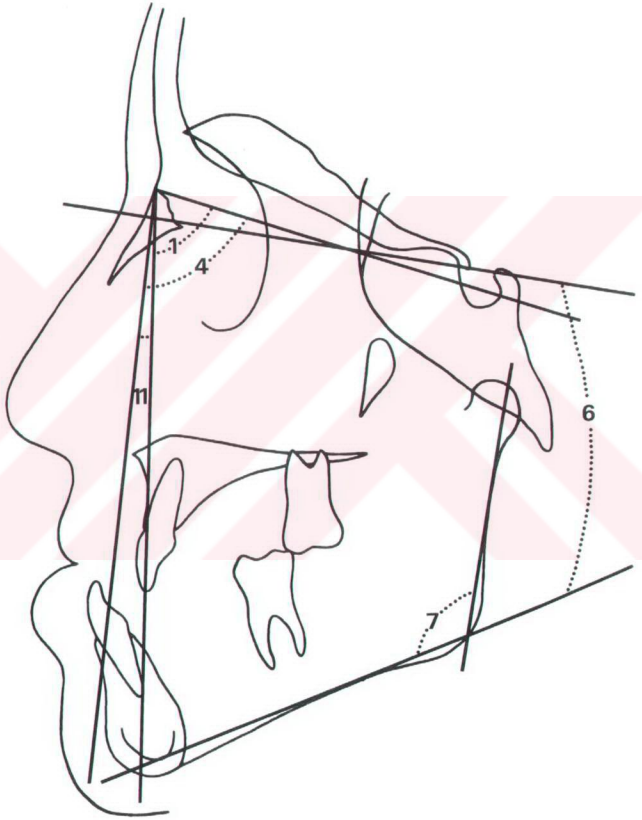
- 1- SNA: Üst çenenin kafa kaidesine göre sagittal konumunu veren açı.
- 2- AA': A noktasının vertikal referans düzlemine olan dik uzaklığı.
- 3- ANS-PNS: Maksillanın sagittal uzunluğu.

#### 3.1.3.2. Mandibuler İskeletsel Ölçümler

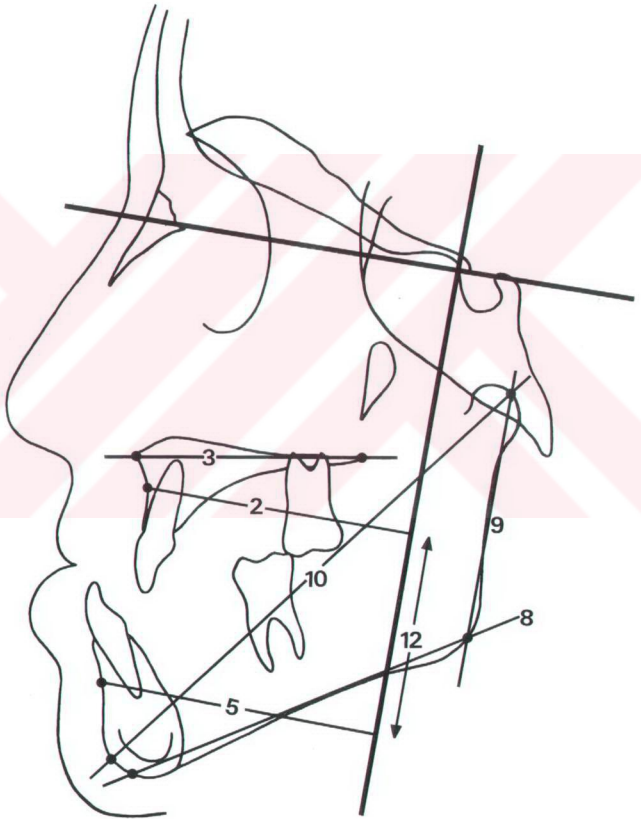
- 4- SNB: Alt çenenin kafa kaidesine göre sagittal konumunu veren açı.
- 5- BB': B noktasının vertikal referans düzlemine olan dik uzaklığı.



Şekil 3.2. Sefalometrik Referans Düzlemleri.



Şekil 3.3. Açısal Ölçümler.



Şekil 3.4. Boyutsal Ölçümler.

- 6-  $TW-7^0/MP$ : Mandibuler düzlemin horizontal referans düzlemine göre eğimini veren açı.
- 7- Gonial Açığı: Ramal düzlem ile mentondan mandibula korpusunun alt kenarına çizilen teğet arasında oluşan açı.
- 8- Go-Pog: Mandibula korpusunun sagittal uzunluğu.
- 9- Cd-Go: Mandibula ramusunun vertikal yüksekliği.
- 10- Cd-Pog: Total mandibuler uzunluk.

### 3.1.3.3. Maksillo-Mandibuler Ölçümler

- 11- ANB: Çeneler arası sagittal ilişkiyi veren açı.
- 12- AA'-BB': A ve B noktalarının vertikal referans düzlemine olan dik uzaklıkları arasındaki fark.

### 3.1.3.4. Oransal Ölçümler

- 13- ANS-PNS/Go-Pog: Maksiller sagittal uzunluk ve mandibuler korpus uzunluğu arasındaki oran.
- 14- Cd-Go/ANS-Me: Alt arka yüz yüksekliğinin alt ön yüz yüksekliğine oranı.

### 3.1.3.5. Dentoalveoler Ölçümler (Şekil 3.5)

- 15-  $\underline{1}/HOR$ : Üst orta kesici dişin, horizontal referans düzlemi ile oluşturduğu açı.
- 16-  $\overline{1}/HOR$ : Alt orta kesici dişin, horizontal referans düzlemi ile oluşturduğu açı.
- 17- Overjet: Alt ve üst keser dişlerin kesici kenarlarından horizontal referans düzlemine ölçülen dik uzaklıklar arasındaki fark.



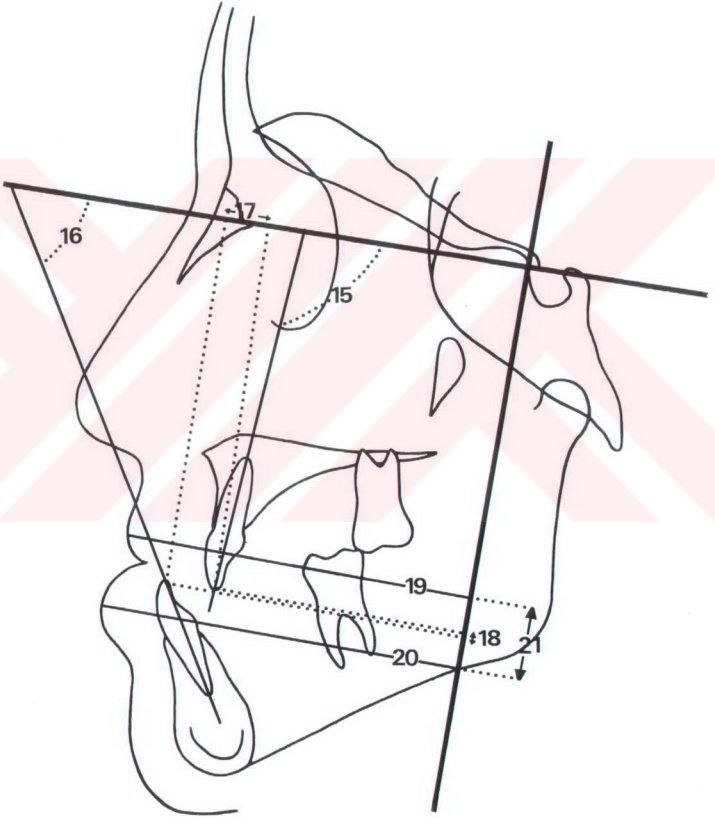
18- Overbite: Alt ve üst keser dişlerin kesici kenarlarından vertikal referans düzlemine ölçülen dik uzaklıklar arasındaki fark.

### 3.1.3.6. Yumuşak Doku Ölçümleri (Şekil 3.5)

19- LsLs': Üst dudağın en ileri noktasının vertikal referans düzlemine olan dik uzaklığı.

20- LiLi': Alt dudağın en ileri noktasının vertikal referans düzlemine olan dik uzaklığı.

21-Ls'-Li': Üst dudak ve alt dudak ucunun vertikal referans düzlemine olan dik uzaklıkları arasındaki fark.



Şekil 3.5. Dentoalveoler ve Yumuşak Doku Ölçümleri.

## 3.2. MRG Üzerinde Belirlenen, TME'e ait Noktalar, Düzlemler ve Ölçümler

### 3.2.1. Noktalar (Şekil 3.6)

e noktası: Artiküler eminensin en alt ucu.

f noktası: Glenoid fossa derinliğinin en üst tepe noktası.

p noktası: Postglenoid çıkıntının en alt uç noktası.

Ad: Diskin anterior bandının ön orta noktası.

Md: Diskin intermediyat (ara) bölgesinin orta noktası.

Pd: Diskin posterior bandının arka orta noktası.

Ca: f noktasından, kondilin ön kenarına çizilen teğetin, kondilin ön yüzeyi üzerinde oluşturduğu nokta (Karpac ve ark., 1992).

Ca': Ca noktasından çıkılan dikmenin, kondilin ön tarafına bakan glenoid fossa yüzeyini kestiği izdüşüm noktası (Karpac ve ark., 1992).

Cs: Mandibula kondilinin üst kurvatürünün orta noktası (Karpac ve ark., 1992).

Cp: f noktasından kondilin arka yüzeyine çizilen teğetin, bu yüzey üzerinde oluşturduğu nokta (Karpac ve ark., 1992).

Cp': Cp noktasından çıkılan dikmenin, kondilin arka tarafına bakan glenoid fossa yüzeyini kestiği izdüşüm noktası (Karpac ve ark., 1992).

Cc: Sagittal MRG'de antero-posterior yönde kondil çapının yarısı kadar mesafe, kondil tepesinden itibaren ölçüldüğünde, kondil içerisinde oluşturulan merkezi nokta.

### 3.2.2. Düzlemler (Şekil 3.7)

HL<sub>1</sub> Düzlemi (HL<sub>1</sub>P): e ve p noktalarından geçen düzlem (Karpac ve ark., 1992; Murakami ve ark., 1993; Cohlmia ve ark., 1996).

HL<sub>2</sub> Düzlemi (HL<sub>2</sub>P): f noktasından HL<sub>1</sub> düzlemine paralel olarak geçirilen düzlem (Karpac ve ark., 1992).

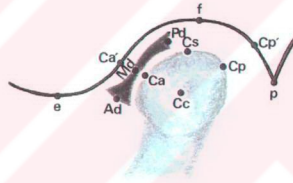
Kollum Eksen (CE): Sagittal MR görüntüsünde, kollum mandibulanın ortasından ramus arka kenarına paralel olarak oluşturulan düzlem.

Kondil Düzlemi (CP): Cs ve Cc noktalarından geçen düzlem (Drace ve ark., 1990).

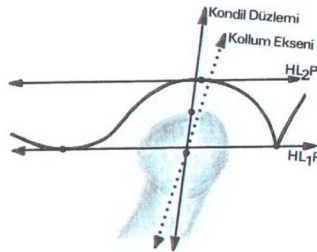
Ca Düzlemi (CaP): Ca noktasından HL<sub>1</sub> düzlemine paralel olarak oluşturulan düzlem (Murakami ve ark., 1993) (Şekil 3.11).

L<sub>1</sub> Düzlemi (L<sub>1</sub>P): Ca noktasından HL<sub>1</sub> ve Ca düzlemine dik olarak oluşturulan düzlem (Murakami ve ark., 1993) (Şekil 3.11).

L<sub>2</sub> Düzlemi (L<sub>2</sub>P): Cs noktasından HL<sub>1</sub> ve Ca düzlemine dik olarak oluşturulan düzlem (Murakami ve ark., 1993) (Şekil 3.11).



Şekil 3.6. MRG üzerinde belirlenen Noktalar.



Şekil 3.7. MRG üzerinde belirlenen Düzlemler.

### 3.2.3. TME MRG'nde Saptanan Açısal Ölçümler

#### 3.2.3.1. Disk Konumunu Veren Açısal ölçümler (Şekil 3.8)

- 1- Posterior Band Açısı: Cs, Cc, Pd noktaları arasındaki açı (Katzberg ve ark., 1985; Sanchez-Woodworth ve ark., 1988; Katzberg, 1989; Drace ve ark., 1990).
- 2- İntermediyat Bölge Açısı: Cs, Cc, Md noktaları arasındaki açı.
- 3- Anterior Band Açısı: Cs, Cc, Ad noktaları arasındaki açı.

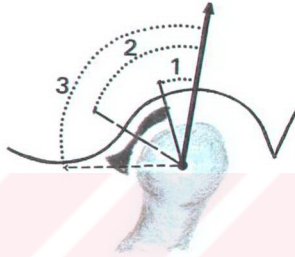
#### 3.2.3.2. Mandibula Kondiline Ait Açısal Ölçümler (Şekil 3.9)

- 5- Alfa Açısı ( $\alpha^0$ ): Kondil düzlemi (CP) ile, kollum eksenini (CE) arasındaki açı olup, kondil başı ile kondil boynu arasındaki eğimlenme hakkında bilgi verir.
- 6- Beta Açısı=Kollum Açısı ( $\beta^0$ ): HL<sub>1</sub> düzlemi (HL<sub>1</sub>P) ile kollum eksenini (CE) arasında oluşan açıdır. Mandibula kondilinden bağımsız olarak, kollum mandibula morfolojisi hakkında bilgi verir.

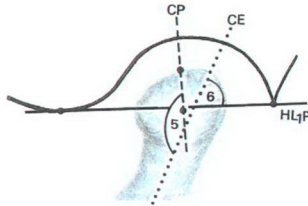
#### 3.2.4. MRG Üzerinde Yapılan Oransal Ölçümler (Şekil 3.10)

- 1- K.G.F.K Oranı: Kondilin Glenoid Fossa içindeki Konumunu veren oransal ölçümdür.  
Bu oran,  $(CpCp') - (CaCa') / (CpCp') + (CaCa') \times 100$  formülü ile ifade edilmektedir (Pullinger ve Hollender, 1986).
- 2- Anterior Eklem Boşluğu: Ca ve Ca' noktaları arasındaki dik uzaklık (Karpac ve ark., 1992).
- 3- Posterior Eklem Boşluğu: Cp ve Cp' noktaları arasındaki dik uzaklık (Karpac ve ark., 1992).

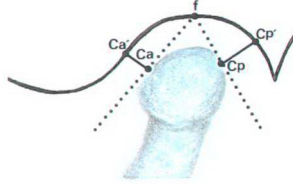




Şekil 3.8. Disk Konumunu veren Açısal Ölçümler.



Şekil 3.9. Kondile ait Açısal Ölçümler.



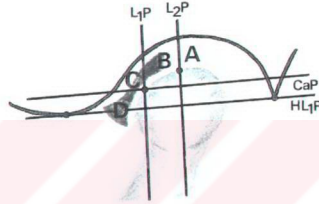
Şekil 3.10. Boyutsal ve Oransal Ölçümler.

### 3.2.5. TME Manyetik Rezonans Görüntüsü Üzerinde Belirlenen Disk Konfigürasyonu (Murakami ve ark., 1993) (Şekil 3.11)

Bikonkav (Bow-tie shape)	
Biplanar	
Hemikonveks	
Bikonveks	
Folded	

Şekil 3.11. Disk Konfigürasyonu (Murakami ve ark., 1993).

### 3.2.6. MRG'de Disk Konumunun Bölgesel olarak Değerlendirilmesi (Murakami ve ark., 1993) (Şekil 3.12)



Şekil 3.12. MRG üzerinde saptanan Bölgesel Disk Konumu (Murakami ve ark., 1993).

**A Bölgesi:** Ağız kapalı pozisyonda alınan TME MRG'nde disk saat 12 konumundadır ve bu disk konumu normal kabul edilmektedir (Murakami ve ark., 1993).

**B ve C Bölgesi:** Ağız kapalı pozisyonda alınan TME MRG'nde diskin normal konumlandığı ya da kısmen anteriora deplase olduğu, ya da diskte redüksiyonlu disk deplasmanı mevcut olduğu kabul edilmektedir (Murakami ve ark., 1993).

**D Bölgesi:** Ağız kapalı pozisyonda alınan TME MRG'nde, diskin tam olarak anteriora deplase olduğu kabul edilmektedir (Murakami ve ark., 1993).

### 3.3. İstatistik Yöntem

Araştırmada, iskeletsel Klas III vakaların tedavisi sonrasında iskelet, dento-alveoler, yumuşak doku yapıları ile, TME bölgesinde meydana gelen değişikliklerin kontrol grubu ile karşılaştırmalı olarak incelenmesi amacı ile uygulanan istatistik yöntemler aşağıda sunulmuştur:

1) Kontrol ve tedavi gruplarının, gözlem ve tedavi başında benzer olup olmadığının incelenmesi amacı ile iki grubun başlangıç sefalometrik ve MRG ölçüm değerleri, Student t testi ile karşılaştırılmıştır.

2) Kontrol grubunda, gözlem süresince oluşan spontan değişikliğin; tedavi grubunda ise çenelik uygulaması sonucunda iskeleto-dental ve yumuşak doku yapıları ile TME'de tedavi ile meydana gelen değişikliğin, önemli olup olmadığını test etmek amacı ile, Eş yapma t testi (Paired Comparison t testi) uygulanmıştır.

3) Gözlem periyodu ve tedavi süresince, gözlem başı ve sonu ile tedavi başı ve sonu farkların karşılaştırılmasında Student t testi kullanılmıştır.

4) Kontrol ve tedavi gruplarının gözlem ve tedavi sonunda sefalometrik ve MRG ölçüm değerleri, Student t testi ile karşılaştırılmıştır.

5) Tedavi ile sefalometrik olarak tesbit edilen iyileşmenin, TME MRG'nde saptanan değişiklikler ile ilişkisini tesbit etmek amacı ile, korelasyon analizi uygulanmıştır.

## 4- BULGULAR

Tedavi ve kontrol gruplarının tedavi ve gözlem başı sefalometrik ölçümlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'de; tedavi ve gözlem sonu sefalometrik ölçümlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri ise Tablo 4.3 ve Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tedavi ve gözlem başında, tedavi ve kontrol gruplarının sefalometrik ölçüm değerleri bakımından karşılaştırılmasının yapıldığı Student t testi sonuçları, Tablo 4.5'te sunulmuştur. Tablo 4.5 incelendiği zaman uygulanan istatistiksel analiz sonucunda, tedavi ve gözlem başında, hem tedavi hem de kontrol grubunun, gerek kronolojik yaş gerekse iskelet yaşı ve gelişim potansiyeli bakımından birbirinden farklı olmadığı tesbit edilmiştir. Tedavi grubu bireyleri prognatik bir yapıya sahip iken; kontrol grubunu oluşturan bireyler normal kabul edilen ortognatik yapıya sahip olduğu için, doğal olarak, sefalometrik film üzerinde yapılan bazı ölçümlerde iki grup arasında beklenen bazı farklılıklar saptanmıştır. Buna göre, en belirgin farklılık AA' ölçümünde  $p < 0,01$  düzeyinde önemli iken; AA'-BB', overjet, Ls'-Li' ve ANS-PNS/GoPog ölçümlerinde ise  $p < 0,001$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Mandibuler bazal kaidenin kafa kaidesine göre sagittal konumunu veren (BB') ölçümü, gruplar arasında beklenen yönde farklılık gösterirken; bu farklılık istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Ancak, maksillanın (ANS-PNS) ve mandibulanın (Go-Pog) sagittal uzunlukları her iki grupta  $p < 0,05$  düzeyinde farklıdır.

Tablo 4.6'da, gözlem periyodu boyunca, kontrol grubuna ait iskeletsel, dental ve yumuşak doku ölçümlerinde meydana gelen spontan değişikliklerin eş yapma t testi ile önem kontrolüne ilişkin elde edilen sonuçlar yer almaktadır. Bulunan sonuçlara göre, maksilla ve mandibulanın sagittal yönde konumları ve birbirine göre ilişkisini veren ölçümlerde (AA', BB', AA'-BB') gözlem

periyodu boyunca önemli bir değişiklik görülmemiştir. Benzer şekilde overbite'teki artış ve overjet'teki azalma da önemli bulunmamıştır.

Maksillanın sagittal uzunluğunda (ANS-PNS) önemli bir değişiklik kaydedilmemiş; mandibuler korpus uzunluğunda (Go-Pog) ise önemli artış ( $p<0,05$ ) görülmüştür. Çene kaidelerinin sagittal boyutundaki bu değişiklikler oransal bir değer veren ANS-PNS/GoPog ölçümünde, önemli bir azalma ( $p<0,01$ ) olması sonucunu kaçınılmaz kılmıştır. Dudakların sagittal konumu ( $LsLs'$ ,  $LiLi'$ ) ve dudaklar arasındaki sagittal ilişkide ( $Ls'-Li'$ ), üst ve alt kesici diş eksen eğimleri ( $\underline{1}/HOR$ ,  $\bar{1}/HOR$ ), mandibuler düzlem açısı ( $TW-7^0/MP$ ), gonial açı ve alt arka yüz-alt ön yüz oranı ( $CdGo/ANSMe$ ) ölçümlerinde de önemli bir değişiklik bulunmamıştır.

Tedavi ile meydana gelen değişiklikler, eş yapma t testi ile değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 4.7'de bildirilmiştir. Çenelik ile uygulanan ortognatik tedavi sonunda, maksillanın sagittal konumunu bildiren AA' ölçümü ile, maksiller kaide uzunluğunda (ANS-PNS) istatistik olarak önemli artışlar saptanmış ( $p<0,001$ ); iskelet yapıdaki bu değişiklikler, üst kesici dişin horizontal referans düzlemine göre eksen eğiminde ( $\underline{1}/HOR$ ) ve üst dudak sagittal konumunda ( $LsLs'$ ) önemli düzeydeki artışlarla ( $p<0,001$ ) birlikte gözlenmiştir.

Mandibuler bazal kaide konumunda ( $BB'$ ) ileri yönde bir değişiklik görülmüş; ancak bu değişiklik istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Mandibuler korpus uzunluğunda (Go-Pog) tedaviye rağmen önemli bir artış olduğu ( $p<0,001$ ); ramus yüksekliğinde ( $Cd-Go$ ) ise, önemli bir değişiklik olmadığı bulunmuştur. Alt dudak sagittal konumu ( $LiLi'$ ) ile alt kesici dişin eksen eğiminde ( $\bar{1}/HOR$ ) önemli bir değişiklik görülmemiştir. Gonial açıda ise önemli düzeyde azalma olduğu bulunmuştur ( $p<0,01$ ). Çeneler arası sagittal ilişkiyi bildiren AA'-BB' ölçümü ile dudaklar arası ilişkiyi bildiren  $Ls'-Li'$  fark ölçümlerinde önemli düzeyde artış saptanmıştır ( $p<0,001$ ).



**Tablo 4.1.** Kontrol grubunun gözlem başı sefalometrik ölçümlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri (n=10).

Parametre	$\bar{x}$	$\pm S\bar{x}$	Min	Max
SNA	81,95	1,40	71,00	87,00
SNB	78,85	1,26	69,00	84,00
ANB	3,10	0,26	1,50	4,00
AA'	63,90	2,18	50,44	71,11
BB'	58,55	2,94	42,19	72,69
AA'-BB'	5,24	1,04	-1,58	9,11
Overbite	1,88	0,40	0,24	3,91
Overjet	2,44	0,43	1,28	5,16
ANS-PNS	51,61	0,98	46,83	55,84
Go-Pog	67,66	1,31	61,40	73,85
Cd-Go	47,49	1,15	40,71	51,93
Cd-Pog	101,30	1,54	91,00	107,00
A'-B'	36,00	0,95	31,24	40,04
LsLs'	78,38	2,66	61,30	89,71
LiLi'	75,86	2,89	57,10	89,20
Ls'-Li'	2,52	0,35	0,51	4,20
$\underline{1}$ /HOR	110,15	2,38	103,16	126,35
$\bar{1}$ /HOR	68,07	1,53	59,44	74,28
TW-7 <sup>0</sup> /MP	27,05	2,34	19,02	41,48
Gonial Açığı	132,18	1,85	125,28	140,19
ANS-PNS/GoPog	0,76	0,01	0,71	0,81
CdGo/ANSMe	0,76	0,02	0,66	0,89
Kronolojik Yaş	8,72	0,44	6,10	10,50
İskelet Yaşı	7,76	0,76	6,00	10,00
Gelişim Potansiyeli	74,20	1,90	68,00	86,20

**Tablo 4.2.** Tedavi grubunun tedavi başı sefalometrik ölçümlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri (n=15).

Parametre	$\bar{x}$	$\pm S\bar{x}$	Min	Max
SNA	80,53	0,89	76,00	89,00
SNB	83,13	1,12	76,00	93,00
ANB	-2,60	0,71	-10,00	0,00
AA'	57,57	1,06	51,72	65,76
BB'	59,44	2,02	48,71	70,96
AA'-BB'	-1,87	1,24	-11,38	4,45
Overbite	2,62	0,95	-1,61	9,99
Overjet	-3,79	0,54	-8,76	-0,88
ANS-PNS	48,98	0,73	45,20	55,68
Go-Pog	71,24	0,91	66,41	79,30
Cd-Go	46,97	0,94	41,58	52,32
Cd-Pog	104,77	1,35	96,00	117,00
A'-B'	34,90	0,92	27,25	40,10
LsLs'	73,07	1,54	64,30	82,88
LiLi'	75,01	1,84	64,13	84,68
Ls'-Li'	-1,98	0,60	-4,66	2,60
$\underline{1}$ /HOR	108,28	1,63	97,65	120,63
$\bar{1}$ /HOR	72,79	2,16	61,87	93,10
TW-7°/MP	28,35	1,95	13,91	38,79
Gonial Açığı	133,49	1,79	122,43	143,22
ANS-PNS/GoPog	0,69	0,01	0,62	0,80
CdGo/ANSMe	0,78	0,01	0,65	0,93
Kronolojik Yaş	9,19	0,45	6,80	12,10
İskelet Yaşı	8,27	0,52	4,60	11,00
Gelişim Potansiyeli	69,71	1,34	62,20	79,10

Tablo 4.3. Kontrol grubunun gözlem sonu sefalometrik ölçümlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri (n=10).

Parametre	$\bar{x}$	$\pm S\bar{x}$	Min	Max
SNA	82,20	1,40	71,00	88,00
SNB	79,70	1,23	70,00	85,00
ANB	2,50	0,34	1,00	4,00
AA'	64,31	2,18	50,87	70,85
BB'	59,93	3,25	44,21	77,20
AA'-BB'	4,38	1,43	-6,34	10,61
Overbite	2,24	0,56	-0,33	4,83
Overjet	2,20	0,34	0,54	4,23
ANS-PNS	50,98	0,95	47,15	56,24
Go-Pog	70,07	0,88	66,19	73,43
Cd-Go	48,87	0,95	43,47	52,80
Cd-Pog	103,00	0,97	97,00	106,00
A'-B'	37,03	0,65	34,05	41,22
LsLs'	79,68	2,77	62,47	91,49
LiLi'	77,36	3,03	60,05	92,66
Ls'-Li'	2,32	0,43	-1,17	3,72
$\underline{1}$ /HOR	112,11	2,41	106,18	131,55
$\bar{1}$ /HOR	68,49	1,79	57,92	75,62
TW-7 <sup>0</sup> /MP	26,44	2,62	14,36	41,99
Gonial Açığı	131,91	1,89	125,59	140,93
ANS-PNS/GoPog	0,73	0,01	0,66	0,78
CdGo/ANSMe	0,77	0,02	0,70	0,90
Kronolojik Yaş	9,99	0,49	8,00	12,50
İskelet Yaşı	10,34	0,61	8,10	11,60
Gelişim Potansiyeli	77,22	2,66	62,30	87,40

**Tablo 4.4.** Tedavi grubunun tedavi sonu sefalometrik ölçümlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri (n=15).

Parametre	$\bar{x}$	$\pm S\bar{x}$	Min	Max
SNA	82,40	0,98	76,00	90,00
SNB	80,30	0,96	75,00	87,00
ANB	2,10	0,54	-2,00	6,00
AA'	62,14	1,42	54,55	74,76
BB'	60,29	2,43	46,22	81,40
AA'-BB'	1,85	1,31	-6,63	8,32
Overbite	0,99	0,35	-0,22	4,23
Overjet	1,94	0,30	0,23	4,23
ANS-PNS	51,37	0,78	46,86	58,08
Go-Pog	73,20	1,04	68,20	84,54
Cd-Go	48,87	0,95	43,47	52,80
Cd-Pog	106,23	2,03	96,00	100,00
A'-B'	37,78	0,71	32,21	41,35
LsLs'	77,63	1,79	66,58	93,10
LiLi'	77,17	2,02	66,02	94,21
Ls'-Li'	0,80	0,47	-2,41	4,19
$\underline{1}$ /HOR	118,01	2,25	103,31	139,56
$\bar{1}$ /HOR	74,13	2,41	63,52	89,04
TW-7 <sup>0</sup> /MP	26,90	2,09	7,86	40,32
Gonial Açığı	131,09	1,70	120,55	141,59
ANS-PNS/GoPog	0,70	0,00	0,65	0,80
CdGo/ANSMe	0,75	0,01	0,66	0,84
Kronolojik Yaş	10,49	0,45	6,80	12,10
İskelet Yaşı	9,61	0,56	6,10	14,00
Gelişim Potansiyeli	68,73	1,31	61,50	79,10

**Tablo 4.5.** Tedavi ve kontrol grubunun Tedavi Başı (TB) ve Gözlem Başı (GB) sefalometrik ölçümlerinin Student t testi ile karşılaştırılması.

Parametre	$\bar{X}_{TB} \pm S\bar{X}_{TB}$	$\bar{X}_{GB} \pm S\bar{X}_{GB}$	p
AA'	57,57±1,06	63,90±2,18	**
BB'	59,44±2,02	58,55±2,94	ns
AA'-BB'	-1,87±1,24	5,24±1,04	***
Overbite	2,62±0,95	1,88±0,40	ns
Overjet	-3,79±0,54	2,44±0,43	***
ANS-PNS	48,98±0,73	51,61±0,98	*
Go-Pog	71,24±0,91	67,66±1,31	*
Cd-Go	46,97±0,94	47,49±1,15	ns
Cd-Pog	104,77±1,54	101,30±1,35	ns
A'-B'	34,90±0,92	36,00±0,95	ns
LsLs'	73,07±1,54	78,38±2,66	ns
LiLi'	75,01±1,84	75,86±2,89	ns
Ls'-Li'	-1,98±0,60	2,52±0,35	***
$\bar{1}/HOR$	108,28±1,63	110,15±2,38	ns
$\bar{1}/HOR$	72,79±2,16	68,07±1,53	ns
TW-7 <sup>0</sup> /MP	28,35±1,95	27,05±2,34	ns
Gonial Açığı	133,49±1,79	132,18±1,85	ns
ANS-PNS/GoPog	0,69±0,01	0,76±0,01	***
CdGo/ANSMe	0,78±0,01	0,76±0,02	ns
Kronolojik Yaş	9,19±0,45	8,72±0,44	ns
İskelet Yaşı	8,27±0,52	7,76±0,76	ns
Gelişim Potansiyeli	69,71±1,34	74,20±1,90	ns

ns: non significant \*p<0,05 \*\*p<0,01 \*\*\*p<0,001

Tablo 4.6. Kontrol grubuna ait Gözlem Başı (GB) ve Gözlem Sonu (GS) değerleri farklarının Eş yapma t testi ile incelenmesi (n=10).

Parametre	$\bar{X}_{GB}$	$\bar{X}_{GS}$	$\bar{D}$	$\pm S_{\bar{D}}$	p
AA'	63,90	64,31	+0,41	0,51	ns
BB'	58,55	59,93	+1,38	0,93	ns
AA'-BB'	5,24	4,38	-0,86	0,57	ns
Overbite	1,88	2,24	+0,36	0,43	ns
Overjet	2,44	2,20	-0,24	0,25	ns
ANS-PNS	51,62	50,98	-0,64	0,95	ns
Go-Pog	67,66	70,07	+2,41	0,88	*
Cd-Go	47,49	48,87	+1,38	0,73	ns
Cd-Pog	101,30	103,00	+1,70	0,80	ns
A'-B'	36,00	37,03	+1,03	0,56	ns
LsLs'	78,38	79,68	+1,30	0,72	ns
LiLi'	75,86	77,36	+1,50	0,95	ns
Ls'-Li'	2,52	2,32	-0,20	0,33	ns
$\bar{1}/HOR$	110,15	112,11	+1,96	1,07	ns
$\bar{1}/HOR$	68,07	68,49	+0,42	0,74	ns
TW-7 <sup>0</sup> /MP	27,05	26,44	-0,61	0,74	ns
Gonial açı	132,18	131,91	-0,27	0,61	ns
ANS-PNS/GoPog	0,76	0,73	-0,03	0,00	**
CdGo/ANSMe	0,76	0,77	+0,01	0,01	ns
Kronolojik Yaş	8,72	9,99	+1,27	0,40	**
İskelet Yaşı	7,76	10,34	+2,58	0,63	*
Gelişim Potansiyeli	74,20	77,22	+3,02	0,53	**

ns: non significant \* p< 0,05 \*\* p< 0,01



Maksilla (ANS-PNS) ve mandibula (Go-Pog) boyutlarındaki önemli artışa rağmen ( $p<0,001$ ), ANS-PNS /GoPog oranı değişmemiştir.

Maksillo-mandibuler ön alveoler yükseklik ölçümü olarak düşündüğümüz A'-B' uzaklığı önemli düzeyde ( $p<0,01$ ) arttığı halde; mandibuler düzlem açısında (TW-7<sup>0</sup>/MP) önemli bir değişiklik olmamıştır. Buna karşın, CdGo/ANSMe oranında bir azalma bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Tedavi başı ve sonu değerlerin farkları ile gözlem periyodu süresince oluşan spontan değişikliklerin karşılaştırılmasında student t testi kullanılmış ve sonuçlar Tablo 4.8'de bildirilmiştir. Buna göre, maksillanın sagittal konumunu veren AA' ölçümü ve ANS-PNS boyutunda tedavi ile ulaşılan değişiklikler, spontan gelişim de dikkate alınarak sırası ile  $p<0,001$  ve  $p<0,01$  düzeyinde bir farklılık göstermiştir. Üst dudak sagittal konumunu veren (LsLs') ve üst keser dişin eksen eğimindeki ( $\bar{1}/HOR$ ) değişiklikler de tedaviye bağlı olarak  $p<0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

Mandibuler yapıya ait ölçümler (BB', Go-Pog, Cd-Go, Cd-Pog) ile, alt dudak konumu (LiLi') ve alt kesici dişin eksen eğimindeki ( $\bar{1}/HOR$ ) değişikliklerde, tedavi ve kontrol gruplarında kaydedilen farklılıklar istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Gonial açıda ise tedavi ile elde edilen değişiklikler spontan değişiklikler ile birlikte değerlendirildiğinde,  $p<0,05$  düzeyinde önemli bulunmuş ve değişikliğin azalma yönünde olduğu saptanmıştır. Çeneler arası sagittal ilişkide (AA'-BB') tedavi ile sağlanan iyileşme, kontrol grubundaki değişiklikler gözönüne alınarak oldukça çarpıcıdır ( $p<0,001$ ). (TW-7<sup>0</sup>/MP)'de, iki grup arasında uygulama süresince benzer değişim olduğundan mandibuler düzlem açısındaki değişiklikler farklı değildir. ANS-PNS/GoPog ve CdGo/ANSMe oranındaki değişiklikler bakımından gruplar arasındaki farklar sırasıyla  $p<0,001$  ve  $p<0,05$  düzeylerinde önemli bulunmuştur. Benzer şekilde overjet ölçümü ve dudaklar arası sagittal ilişkiyi

bildiren Ls'-Li' ölçümünde, gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

**Tablo 4.7.** Tedavi grubuna ait Tedavi Başı (TB) ve Tedavi Sonu (TS) değerleri farklarının Eş yapma t testi ile incelenmesi.

Parametre	$\bar{x}_{TB}$	$\bar{x}_{TS}$	$\bar{D}$	$\pm S_{\bar{D}}$	p
AA'	57,57	62,14	+4,57	0,64	***
BB'	59,44	60,29	+1,85	1,30	ns
AA'-BB'	-1,87	1,85	+3,73	0,93	***
Overbite	2,62	0,99	-1,63	1,06	ns
Overjet	-3,79	1,94	+5,73	0,54	***
ANS-PNS	48,98	51,37	+2,39	0,49	***
Go-Pog	71,24	73,20	+1,96	0,49	***
Cd-Go	46,97	48,87	+1,90	1,96	ns
Cd-Pog	104,77	106,23	+1,46	0,94	ns
A'-B'	34,90	37,78	+2,88	0,94	**
LsLs'	73,07	77,63	+4,56	0,99	***
LiLi'	75,01	77,17	+2,16	1,24	ns
Ls'-Li'	-1,98	0,80	+2,78	0,45	***
1/HOR	108,20	118,01	+9,83	2,39	***
$\bar{1}$ /HOR	72,79	74,13	+1,34	1,06	ns
TW-7 <sup>0</sup> /MP	28,35	26,90	-1,45	0,99	ns
Gonial açı	133,49	131,09	-2,40	0,68	**
ANS-PNS/GoPog	0,69	0,70	+0,01	0,00	ns
CdGo/ANSMe	0,78	0,75	-0,03	0,01	*
Kronolojik Yaş	9,19	10,49	+1,30	0,20	***
İskelet Yaşı	8,27	9,61	+1,34	1,07	**
Gelişim Potansiyeli	68,71	68,73	+0,02	1,02	*

ns: non significant \* $p<0,05$  \*\* $p<0,01$  \*\*\* $p<0,001$

**Tablo 4.8.** Tedavi Başı-Sonu farklar  $(\bar{x}_{TB}-\bar{x}_{TS})=\bar{D}_T$  ile Gözlem Başı-Sonu farkların  $(\bar{x}_{GB}-\bar{x}_{GS})=\bar{D}_G$  Student T testi ile karşılaştırılması.

Parametre	$(\bar{x}_{TB}-\bar{x}_{TS})=\bar{D}_T$	$(\bar{x}_{GB}-\bar{x}_{GS})=\bar{D}_G$	p
AA'	+4,57	+0,41	***
BB'	+1,85	+1,38	ns
AA'-BB'	+3,73	-0,86	***
Overbite	-1,63	+0,36	ns
Overjet	+5,73	-0,24	***
ANS-PNS	+2,39	-0,64	**
Go-Pog	+1,96	+2,41	ns
Cd-Go	+1,90	+1,38	ns
Cd-Pog	+1,46	+1,70	ns
A'-B'	+2,88	+1,03	ns
LsLs'	+4,56	+1,30	*
LiLi'	+2,16	+1,50	ns
Ls'-Li'	+2,78	-0,20	***
$\bar{1}/HOR$	+9,83	+1,96	*
$\bar{1}/HOR$	+1,34	+0,42	ns
TW-7 <sup>0</sup> /MP	-1,45	-0,61	ns
Gonial açı	-2,40	-0,27	*
ANS-PNS/GoPog	+0,01	-0,03	***
CdGo/ANSMe	-0,03	+0,01	*
Kronolojik Yaş	+1,30	+1,27	ns
Kemik Yaşı	+1,34	+2,58	ns
Gelişim Potansiyeli	0,02	+3,02	ns

ns: non significant \*p<0,05 \*\*p<0,01 \*\*\*p<0,001

Tedavi ve kontrol grupları, uygulama sonunda mandibuler korpus uzunluğu (Go-Pog) ve dudaklar arası ilişkiyi veren (Ls'-Li') ölçümlerin dışındaki

iskeletsel, dental ölçümler bakımından karşılaştırıldığında, birbiri ile benzer bulunmuştur (Tablo 4.9).

**Tablo 4.9.** Tedavi grubu ve kontrol grubunun, Tedavi Sonrası (TS) ve Gözlem Sonrası (GS) sefalometrik ölçümlerinin Student t ile karşılaştırılması.

Parametre	$\bar{X}_{TS} \pm S\bar{X}_{TS}$	$\bar{X}_{GS} \pm S\bar{X}_{GS}$	p
AA'	62,14±1,42	64,31±2,18	ns
BB'	60,29±2,43	59,93±3,25	ns
AA'-BB'	1,85±1,31	4,38±1,43	ns
Overbite	0,99±0,35	2,24±0,56	ns
Overjet	1,94±0,30	2,20±0,34	ns
ANS-PNS	51,37±0,78	50,98±0,95	ns
Go-Pog	73,20±1,04	70,07±0,88	*
Cd-Go	48,87±0,95	48,87±0,95	ns
Cd-Pog	106,23±2,03	103,00±0,97	ns
A'-B'	37,78±0,71	37,03±0,65	ns
LsLs'	77,63±1,79	79,68±2,77	ns
LiLi'	77,17±2,02	77,36±3,03	ns
Ls'-Li'	0,80±0,47	2,32±0,43	*
1/HOR	118,01±2,25	112,11±2,41	ns
$\bar{1}$ /HOR	74,13±2,41	68,49±1,79	ns
TW-7 <sup>0</sup> /MP	26,90±2,09	26,44±2,62	ns
Gonial Açığı	131,09±1,70	131,91±1,89	ns
ANS-PNS/GoPog	0,70±0,00	0,73±0,01	ns
CdGo/ANSMe	0,75±0,01	0,77±0,02	ns
Kronolojik Yaş	10,49±0,45	9,99±0,49	ns
İskelet Yaşı	9,61±0,56	10,34±0,61	ns
Gelişim Potansiyeli	68,73±1,34	77,22±2,66	ns

ns: non significant \* p<0,05 \*\* p<0,01

Mandibuler korpus uzunluğundaki (Go-Pog) gruplar arasındaki fark, tedavi grubunda, tedavi sonrasında da devam etmektedir (p<0,05).

Dudaklar arası ilişki (Ls'-Li') yönünden iki grup arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ) (Tablo 4.9).

Tedavi ve kontrol gruplarının tedavi ve gözlem başı MRG ölçümlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri Tablo 4.10 ve Tablo 4.11'de; aynı grupların tedavi ve gözlem sonu MRG ölçümlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri ise Tablo 4.12 ve Tablo 4.13'te verilmiştir.

**Tablo 4.10.** Kontrol grubunun gözlem başı MRG ölçümlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri (n=10).

Parametre	$\bar{x}$	$\pm S\bar{x}$	Min	Max
Alfa Açısı	172,59	1,97	158,86	178,59
Beta Açısı	76,85	2,30	62,80	87,32
Posterior Açısı	6,12	2,71	-15,84	15,31
Medial Açısı	54,51	1,60	47,45	63,80
Anterior Açısı	96,08	2,73	86,70	113,10
K. G. F. K.	1,42	0,13	0,93	2,31

**Tablo 4.11.** Tedavi Grubunun tedavi başı MRG ölçümlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri (n=15).

Parametre	$\bar{x}$	$\pm S\bar{x}$	Min	Max
Alfa Açısı	166,23	2,15	149,98	177,80
Beta Açısı	71,60	1,90	53,94	81,44
Posterior Açısı	2,22	1,73	-6,70	15,13
Medial Açısı	55,43	2,73	36,47	76,75
Anterior Açısı	94,44	2,41	72,30	106,55
K. G. F. K.	1,32	0,20	0,42	3,25

**Tablo 4.12.** Kontrol grubunun gözlem sonu MRG ölçümlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri (n=10).

Parametre	$\bar{x}$	$\pm S\bar{x}$	Min	Max
Alfa Açısı	172,04	2,68	157,53	179,41
Beta Açısı	75,75	2,56	55,74	86,55
Posterior Açığı	4,55	2,13	-10,13	14,25
Medial Açığı	53,74	1,77	46,38	61,24
Anterior Açığı	95,49	2,53	84,79	104,60
K. G. F. K.	1,53	0,15	0,85	2,17

**Tablo 4.13.** Tedavi grubunun tedavi sonu MRG ölçümlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri (n=15).

Parametre	$\bar{x}$	$\pm S\bar{x}$	Min	Max
Alfa Açısı	163,55	2,16	148,17	176,24
Beta Açısı	72,72	1,54	60,89	83,24
Posterior Açığı	5,44	1,63	-5,34	15,93
Medial Açığı	53,97	2,57	33,87	75,04
Anterior Açığı	89,93	2,66	70,14	106,26
K. G. F. K.	1,06	0,17	0,41	2,72

Tedavi ve kontrol gruplarının tedavi ve gözlem başında, MRG ölçüm değerleri bakımından karşılaştırması, Tablo 4.14'te verilmiştir. Kondil başı ile kondil boynu arasındaki açısal morfolojik ilişkiyi veren alfa açısı ölçümü, iki grup arasında farklı bulunurken ( $p < 0,05$ ); beta açısı ölçümünün benzer olduğu saptanmıştır.

Kondilin glenoid fossadaki konumu (K.G.F.K.) ve diskin kondile göre konumunu veren posterior ve anterior açısal ölçümleri ile diskin kondil ve glenoid fossaya göre konumunu veren medial açısal ölçümü bakımından grupların birbirine benzer olduğu saptanmıştır.



**Tablo 4.14.** Tedavi ve kontrol grubunun, Tedavi Başı (TB) ve Gözlem Başı MRG ölçümlerinin Student t testi ile karşılaştırılması.

Parametre	$(\bar{x}_{TB} \pm S\bar{x}_{TB})$	$(\bar{x}_{GB} \pm S\bar{x}_{GB})$	p
Alfa Açısı	166,23±2,15	172,59±1,97	*
Beta Açısı	71,60±1,90	76,85±2,30	ns
Posterior Açık	2,22±1,73	6,12±2,71	ns
Medial Açık	55,43±2,73	54,51±1,60	ns
Anterior Açık	94,44±2,41	96,08±2,73	ns
K. G. F. K.	1,32±0,20	1,42± 0,13	ns

ns: non significant \* p<0,05

Kontrol grubunun, gözlem başı ve sonu değerleri arasındaki farkların önem kontrolünde uygulanan Eş yapma t testi sonuçları Tablo 4.15'te gösterilmiştir. Buna göre, kondilin açılmal morfolojisi (Alfa ve Beta açıları), konumu ve diskin kondile ve glenoid fossaya göre konumunu veren açılmal ölçümlerin hiç birisinde gözlem periyodu süresince önemli bir değişiklik olmadığı saptanmıştır.

**Tablo 4.15.** Kontrol grubuna ait Gözlem Başı (GB) ve Gözlem Sonu (GS) değerleri farklarının Eş yapma t testi ile incelenmesi.

Parametre	$\bar{x}_{GB}$	$\bar{x}_{GS}$	$\bar{D}$	$S_{\bar{D}}$	p
Alfa Açısı	172,59	172,04	-0,55	1,83	ns
Beta Açısı	76,85	75,75	-1,10	3,69	ns
Posterior Açık	6,12	4,55	-1,57	1,30	ns
Medial Açık	54,51	53,74	-0,77	1,06	ns
Anterior Açık	96,08	95,49	-0,59	2,35	ns
K. G. F. K.	1,42	1,53	+0,11	0,11	ns

ns: non significant

Çenelik tedavisine bağlı olarak kondil morfolojisi ve konumunu veren ölçümlerde önemli bir değişiklik olmadığı görülmektedir (Tablo 4.16).

Tablo 4.16. Tedavi grubuna ait Tedavi Başı (TB) ve Tedavi Sonu (TS) değerlerin farklarına ait Eş yapma t testi.

Parametre	$\bar{x}_{TB}$	$\bar{x}_{TS}$	$\bar{D}$	$\pm S_D$	p
Alfa Açısı	166,23	163,55	-2,68	1,67	ns
Beta Açısı	71,60	72,72	+1,12	2,30	ns
Posterior Açık	2,22	5,44	+3,22	2,00	ns
Medial Açık	55,43	53,97	-1,69	1,77	ns
Anterior Açık	94,44	89,93	-4,50	2,23	ns
K. G. F. K.	1,32	1,06	-0,26	0,13	ns

ns: non significant.

Tedavi ile elde edilen değişikliklerin, spontan değişiklikler ile karşılaştırılarak değerlendirilmesi Tablo 4.17'de sunulmuştur. Buna göre, uygulama sonunda tedavi ve kontrol gruplarının kondil konumu, morfolojisi ve diskin açısal konumu bakımından birbirine benzer olduğu gözlenmiştir.

Tablo 4.17. Tedavi Başı-Sonu farklar ( $\bar{x}_{TB}-\bar{x}_{TS}$ ) ile Gözlem Başı-Sonu farkların ( $\bar{x}_{GB}-\bar{x}_{GS}$ ) Student t testi ile karşılaştırılması.

Parametre	$(\bar{x}_{TB}-\bar{x}_{TS})=\bar{D}_T$	$(\bar{x}_{GB}-\bar{x}_{GS})=\bar{D}_G$	p
Alfa Açısı	-2,68	-0,55	ns
Beta Açısı	+1,12	-1,10	ns
Posterior Açık	+3,22	-1,57	ns
Medial Açık	-1,69	-0,77	ns
Anterior Açık	-4,51	-0,59	ns
K. G. F. K.	-0,26	+0,11	ns

ns: non significant

Klas III tedavi grubunda çenelik tedavisi ile; Klas I kontrol grubunda ise gözlem periyodu sırasında büyüme ve gelişim ile TME'de oluşan

değişikliklerin manyetik rezonans görüntüsü üzerinde yapılan ölçüm sonuçları, Student t testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 4.18'de bildirilmiştir. Buna göre Alfa açısı ölçümü, tedavi grubunda daha küçük bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

**Tablo 4.18.** Tedavi ve kontrol grubunun Tedavi Sonrası (TS) ve Gözlem Sonrası (GS) MRG ölçümlerinin Student t testi ile karşılaştırılması.

Parametre	$\bar{x}_{TS} \pm S\bar{x}_{TS}$	$\bar{x}_{GS} \pm S\bar{x}_{GS}$	p
Alfa Açısı	163,55±2,16	172,04±2,68	*
Beta Açısı	72,72±1,54	75,75±2,56	ns
Posterior Açısı	5,44±1,63	4,55±2,13	ns
Medial Açısı	53,97±2,57	53,74±1,77	ns
Anterior Açısı	89,93±2,66	95,49±2,53	ns
K. G. F. K.	1,06±0,17	1,53±0,15	ns

ns: non significant \* $p<0.05$

Tedavi ve kontrol gruplarında tedavi ve gözlem öncesinde ve sonrasında, diskin bölgesel konumu ve konfigürasyonunun manyetik rezonans görüntüsü üzerinde değerlendirilmesi sonucunda elde edilen bulgular sırası ile, Tablo 4.19 ve Tablo 4.20'de bildirilmiştir.

Tedavi grubunda (Tablo 4.19), tedavi başında diskin bireylerin %53,3'de A bölgesinde, %40'ında B ve %6,6'sında AB bölgesinde konumlandığı; disk konfigürasyonunun ise bireylerin %13,3'ünde hemikonveks, %86,6'sında bikonkav özellikte olduğu saptanmıştır. Tedavi grubunda tedavi sonunda diskin, bireylerin %40'ında A bölgesinde, %60'ında B bölgesinde konumlandığı; disk konfigürasyonunun %6,6'sında hemikonveks, %93,3'ünde ise bikonkav özellikte olduğu saptanmıştır.

Kontrol grubunda (Tablo 4.20) gözlem periyodunun başında diskin bireylerin %50'sinde A bölgesinde, diğer %50'sinde ise B bölgesinde konumlandığı saptanırken; kontrol grubu bireylerinin tümünde disk konfigürasyonunun bikonkav olduğu tesbit edilmiştir. Gözlem periyodu sonunda diskin bireylerin %50'sinde A bölgesinde, %50'sinde B bölgesinde konumlanırken; disk konfigürasyonunun bireylerin tümünde bikonkav şekilde olduğu saptanmıştır.

**Tablo 4.19.** Tedavi grubunun tedavi öncesi (T<sub>1</sub>) ve sonrası (T<sub>2</sub>) Disk Konum ve Konfigürasyonu.

n=15	Tedavi Grubu			
	T <sub>1</sub>		T <sub>2</sub>	
Diskin	% 53,3	A	% 40	A
Bölgesel	% 40	B	% 60	B
Konumu	% 6,6	AB	% 0	AB
Diskin	% 13,3	Hemikonveks	% 6,6	Hemikonveks
Konfigürasyonu	% 86,6	Bikonkav	% 93,3	Bikonkav

**Tablo 4. 20.** Kontrol grubunun gözlem öncesi (G<sub>1</sub>) ve sonrası (G<sub>2</sub>) Disk Konum ve Konfigürasyonu.

n=10	Gözlem Grubu			
	G <sub>1</sub>		G <sub>2</sub>	
Diskin	% 50	A	% 50	A
Bölgesel	% 50	B	% 50	B
Konumu	% 50	B	% 50	B
Diskin	% 100	Bikonkav	% 100	Bikonkav
Konfigürasyonu	% 100	Bikonkav	% 100	Bikonkav

Tedavi ile sefalometrik olarak tesbit edilen iyileşmenin TME MRG'sü üzerinde saptanan değişiklikler ile ilişkisini ortaya koyan korelasyon analizi sonuçları Tablo 4.21 'de gösterilmiştir. Buna göre:

- 1) Alfa açısı ile mandibuler korpus uzunluğundaki (Go-Pog) değişiklikler arasında pozitif korelasyon olduğu,
- 2) Anterior açı ile overjet ölçümündeki değişiklikler arasında pozitif korelasyon olduğu saptanmıştır.

Büyüme ve gelişim ile iskeleto-dental yapıda meydana gelen değişikliklerin TME bölgesinde oluşan değişiklikler ile ilişkisi de korelasyon analizi ile araştırılmış ve sonuçlar Tablo 4.22'de sunulmuştur. Seçilen bazı sefalometrik parametreler ile MRG parametreleri arasında bir ilişki bulunamamıştır.

**Tablo 4.21. Tedavi Grubunda TME (MRG) ve dentofasiyal yapıda görülen değişiklikler arasındaki korelasyonların incelenmesi.**

	AA'-BB'	Overjet	ANS-PNS	Go-Pog	TW-7 <sup>0</sup> /MP	Gonial Açığı	ANS-PNS/GoPog
Alfa Açısı	0,10	-0,15	-0,07	0,51*	0,04	-0,36	-0,20
Beta Açısı	-0,80	-0,25	-0,24	0,37	-0,15	-0,35	-0,40
Posterior Açığı	-0,10	-0,10	-0,17	-0,13	0,02	0,33	-0,13
Medial Açığı	0,30	0,35	0,25	-0,18	0,33	-0,31	0,28
Anterior Açığı	0,47	0,54*	0,21	0,10	0,27	-0,42	0,21
K. G. F. K.	0,18	0,34	0,17	0,28	0,24	0,05	0,26

$r_{0,05} > \pm 0,51^*$   $r_{0,01} > \pm 0,64^{**}$



**Tablo 4.22. Kontrol Grubunda TME (MRG) ve dentofasiyal yapıda görülen değişiklikler arasındaki korelasyonların incelenmesi.**

	AA'-BB'	Overjet	ANS-PNS	Go-Pog	TW-7'/MP	Gonial Açı	ANS-PNS/GoPog
Alfa Açısı	0,52	0,29	0,33	0,32	0,28	-0,08	0,15
Beta Açısı	0,31	0,41	-0,20	-0,05	0,14	0,00	-0,29
Posterior Açı	0,31	0,43	0,36	0,52	0,30	-0,15	0,42
Medial Açı	0,42	0,30	-0,19	-0,26	0,45	0,53	-0,02
Anterior Açı	0,53	-0,10	-0,25	-0,25	0,59	0,57	-0,16
K. G. F. K.	0,32	0,25	0,15	0,11	0,45	0,36	0,12

$r_{0,05} > \pm 0,63^*$   $r_{0,01} > \pm 0,76^{**}$

## 5-TARTIŞMA

İnsanođlu varolduđundan beri her alanda olduđu gibi ortodontik uygulamalar bakımından da dinamik bir sűreç geermiřtir. İlk zamanlarda yařayan kabilelerde dıřarıdan tatbik edilen kuvvetler ile, bűyűme sırasında insan vűcudunun istenen bűlgelerinin istenilen yűnde řekillendirilebileceđi keřfedilmiřtir (Graber, 1975). Bu sihir, bűyűme potansiyeli, sihirli deđnek ise, kuvvet dođuran araçlardır.

Estetik ve normal kavramları, insan yařamına tahmin edemeyeceđi kadar fazla hűkmetmektedir. Estetik ve gűzellik anlayıřı, her toplumda zamanla deđiřim gűstermesine rađmen, alt çenenin ilerde olduđu bir yűz tipi hiç bir çađda ve hiç bir toplumda popularite kazanmamıřtır.

İlk defa Weinberg tarafından, mandibula bűyűmesini sınırlandırmak amacıyla çeneliđe benzer bir aygıt kullanılmıř; daha sonra Fransa'da 1802'de Cellier, İngilter'de Fox, enelik ile mandibuler prognatiyi tedavi etmeye yűnelmiřtir. 19. yy boyunca çenelik geniř çapta kullanılan bir aygıt olmasına rađmen, beklenen yűnde mandibuler bűyűmeyi engelleyemediđi için hayal kırıklıđı yaratmıřtır. űnkű bu dűnemde çenelik bűyűme atađını ařmıř bireylere 150-200 g řiddetinde uygulanmıřtır. Aygıtın bařarısız olması, uygulayıcıları intraoral yűntemlere yűnlendirmiřtir. Ancak, sadece intraoral yűntemlerin uygulanması iskeletsel uyumsuzluđun dentoalveoler olarak dűzeltilmesi sonucunu getirmiř; bu nedenle beklenen ortognatik iskelet ve yumuřak doku profili elde edilememiřtir.

Broadbent'in, ortodontiye sefalometriyi kazandırması, çeneliđin kraniyofasiyal kompleks űzerine olan etkilerinin karřılařtırmalı olarak incelenmesi olanađını vermiřtir. Bu sayede, çenelik etkisi ile maksillo-mandibuler sapmanın ortadan kaldırıldıđı, mandibuler bűyűmenin

sınırlandırıldığı ve/veya yönünün değiştirildiği, normal bir okluzyon oluşturulduğu gösterilmiştir (Janzen ve Bluher, 1965; Graber, 1977; de Alba ve ark., 1976; Sakamoto, 1981; Mitani ve Sakamoto, 1984; Wendell ve Nanda, 1985; Asano, 1986; Ritucci ve Nanda, 1986; Sugawara ve ark., 1990; Gavakos ve Witt, 1991; Allen ve ark., 1993; Tanne ve ark., 1993; Üner ve ark., 1995; Tanne ve ark., 1996; Hiroshi ve Toshio, 1996). Sefalometrik yöntem ile tedavinin iskelet yapıları üzerindeki etkileri bölgesel olarak değerlendirilebilirken, uygulanan kuvvetlerin bu dokularda oluşturduğu biyolojik cevabın ortaya çıkarılması mümkün olamamıştır. Bu nedenle, deney hayvanları üzerinde yapılan incelemeler, çeneliğin kraniyuma, maksilla, mandibula ve temporomandibuler eklem bölgesine olan etkilerinin, hem sefalometrik yöntem ile hem de doku kesitlerinde histolojik olarak ayrıntılı bir şekilde araştırılmasını sağlamıştır (Janzen ve Bluher, 1965; Joho, 1973; Petrovic ve ark., 1975; Asano, 1986).

İlerleyen teknoloji sayesinde, insanda TME bölgesini doğru şekilde görüntüleyebilen bir çok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler kullanılarak yapılan çalışmalarda, anatomik yapılar üzerinde karşılaştırmalı olarak durulmuş, TME sağlığı bakımından semptomlu ve semptomsuz bireylerin TME bölgesi görüntülenmiş, bu bölgeye ait normal ve anormal durumlar tarif edilmiştir (Westesson ve Rohlin, 1984; Wisth, 1984; Kirk, 1989; Helms ve Kaplan, 1990; Gavakos ve Witt, 1991; Gianelly ve ark., 1991a; Alexandre ve ark., 1993). Ortognatik bir aygıt olan çeneliğin TME üzerindeki etkilerinin MRG yöntemi ile incelenmesine ise literatürde rastlanmamıştır.

Araştırmamızda, alt çeneye uygulanan ekstraoral retraktif kuvvetlerin TME'deki etkileri, bu bölgeye ait yumuşak ve sert dokuları birarada izlemeye imkan veren MRG yöntemi ile; kraniyofasiyal bölgelerdeki değişiklikler ise sefalometrik yöntem ile incelenmiştir. Böylece, çenelik uygulaması ile dentofasiyal yapıda ortaya çıkan değişikliklerle, TME'de görülen değişikliklerin eş zamanlı olarak incelenmesi mümkün olmuştur.

Bugüne kadar, ortodontik ve/veya ortognatik uygulamaların TME üzerindeki etkileri, genel anlamda temporomandibuler eklem disfonksiyonuna neden olup olmadığı yönü ile incelenmiş (Wisth, 1984; Dibbets ve van der Weele, 1987; Wyatt, 1987; Egemark-Eriksson ve ark., 1990; Dibbets ve van der Weele, 1991a; K&B ve ark., 1991; Olsson ve Lindqvist, 1992; Rendel ve ark., 1992), bu uygulamaların direkt olarak TME üzerindeki etkileri ise, ancak deneysel çalışmalarla gösterilebilmiştir (Janzen ve Bluher, 1965; Joho, 1973; Petrovic ve ark., 1975; Asano, 1986). Bu yüzden, uygulanan ortodontik ve/veya ortognatik tedavilerin TME bölgesinde yarattığı yapısal değişiklik ve bunların dentofasiyal yapı ile olan ilişkisi üzerinde çok az durulmuştur (Hiroshi ve Toshio, 1996).

Hayvan deneyleri ile, mandibulaya uygulanan ekstraoral retraktif kuvvetlerin, disk ve kondilin arkasında bulunan retroartiküler nörovasküler ağda enflamatuvar bir cevap yaratmadığı histolojik olarak gösterilmiştir (Janzen ve Bluher, 1965; Petrovic ve ark., 1975; Asano, 1986). Buna rağmen, mandibulaya posterior yönde kuvvet uygulayan ortodontik ve/veya ortognatik kuvvetlerin, TME bölgesini oluşturan elemanlar arasındaki ilişkiyi bozduğu, ve mandibula kondilinin retroartiküler bölgedeki nörovasküler ağa dayanması neticesinde, ağrı ve beslenme bozukluğu ile karakterize edilen bazı klinik belirtilerin ortaya çıktığı iddia edilmektedir (Wyatt, 1987; Riolo ve ark., 1987; Drace ve Enzmann, 1990; Egemark-Eriksson ve ark., 1990; Sadowsky ve ark., 1991; Olsson ve Lindqvist, 1992). Ancak Drace ve Enzmann (1990) ise, herhangi bir semptom vermediği halde, manyetik rezonans görüntüsünde disk konumu nedeniyle TME internal düzensizliğinin mevcut olduğu saptanan bireylerin, genellikle bir ortodontik tedavi geçmişinin olduğuna dikkat çekmiştir. Bununla birlikte yazarlar, burada bir neden sonuç ilişkisi olmadığını, malokluzyonun ya da ortodontik tedavinin TME internal düzensizliğine neden olup olmadığına karar vermenin, ancak bu bölgeden ortodontik tedavi öncesinde ve sonrasında MRG alınarak oluşan değişikliğin karşılaştırılması ile mümkün olabileceğini ifade etmiştir.

Bazı araştırmacılar ortodontik uygulamalar sırasında genel olarak kondil - disk - glenoid fossa üçlüsü arasındaki ilişkinin bozulduğunu ve bunun TMD'na neden olduğunu, iddia etmektedir (Wyatt, 1987; Riolo ve ark.,1987). Buna karşın ortodontik tedavinin bireye daha dengeli bir iskeleto-dental yapı kazandırdığı ve bu yönle tedavi öncesinde var olan TMD semptomlarının tedavi ile bertaraf edildiği de bilinen bir gerçektir (Wisth, 1984; Dibbets ve van der Weele, 1987; Dawson, 1989; Gianelly ve ark., 1991a; Gavakos ve Witt, 1991; Dibbets ve van der Weele, 1991a; Katzberg ve ark., 1996a; Katzberg ve ark., 1996b).

TMD'nun bir çok nedeni vardır (Okeson, 1989). Ancak, bu bölgeye bir büyüteç altında bakarak disfonksiyon nedenini araştırdığımızda disk, kondil ve glenoid fossa arasında var olması gereken anatomo-fizyolojik uyumun herhangi bir nedenle (okluzal çatışma, diş gıcırdatma, sıkma sonucunda kuvvet dengesini bozarak bölgeye uygunsuz yük intikal etmesi, çeşitli okluzal ilişkiler gibi) bozulmasının primer faktör olduğu tesbit edilmiştir. Ayrıca ortodontik düzensizlikler de TMD nedenleri arasında yer almaktadır.

Varolan iskeleto-dental düzensizliği, uygun bir büyüme döneminde en iyi şekilde çözümlenecek tedavi yönteminin sečilmesi ve bu tedavi yöntemi içerisinde uygulanacak kuvvet sistemine karşı oluşacak biyolojik cevapların en doğru şekilde tahmin ve analiz edilerek, herhangi bir disfonksiyon oluşturulmadan mevcut düzensizliğin ortadan kaldırılması ile, olumlu estetik ve fonksiyonel sonuçlara ulaşılması mümkündür.

Çalışmamızda gerek tedavi grubu gerekse kontrol grubunda iskelet yaşı ve gelişim potansiyeli, Grave ve Brown'ın (1976) el-bilek kriterleri temel alınarak, Greulich ve Pyle (1959) atlasından belirlenmiştir. Buna göre, bireylerin prepeak dönemde, pubertal büyüme atılımı öncesinde olduğu saptanmıştır. İskelet yaşının bireylerin gelişimini daha iyi yansıttığı

düşüncesi ile araştırmamızda kronolojik yaş yerine iskelet yaşı kullanılmış ve bunun matematiksel bir ifadesi olan gelişim potansiyelinden yararlanılmıştır.

İskeletsel Klas III olguların çenelik ile tedavisine, puberte öncesi dönemde başlanarak iskelet gelişiminin geç dönemlerine kadar devam edilmesi önerilmektedir. Yani, çenelik tedavisinde "erken başla geç bitir" prensibi geçerlidir.

Sugawara ve arkadaşları (1990), uzun süreli çenelik uygulamasının iskelet profiline etkilerini araştırdığı çalışmalarında, prepubertal dönemde çenelik tedavisine başlanan bireylerde, mandibulada daha fazla posterior yer değiştirme olduğunu, pubertal dönemde yapılan uygulamalar ile de en az prepubertal dönemde tedavisine başlanan bireylerin iskelet profili kadar iyi sonuç elde edilebildiğini, ancak tedavi sonrasında ulaşılan sonuçların relaps eğilimi gösterdiğini bulmuşlardır.

Sakamoto ve arkadaşları (1984), çenelik uygulanmasına kronolojik olarak 6-9 yaşları arasında başlanmasının yararını, bu dönemde tedavi ile meydana getirilen değişikliklerin büyük oranda iskeletsel olduğu; buna karşılık yaş ilerledikçe iskeletsel disharmoninin daha çok dental kompensasyon ile düzeltilmesi nedeniyle, tedavi sonuçlarının stabilitesinin olumsuz yönde etkilenebilmesi şeklinde izah etmiştir.

Büyüme potansiyelinin bireysel farklılıklar göstermesinin, mandibuler büyümenin şekli, zamanı ve yönü açısından önemi bulunmaktadır. Nitekim Mitani ve Fukazawa (1986), çenelik uygulama zamanı ve bireysel büyüme farklılıklarının, tedavi sonucu üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar, özellikle puberte döneminin yüz ve genel iskelet yapısının büyüme potansiyelinden yararlanılarak uygulanan tedavilere en fazla cevap verdiği dönem olduğunu belirterek; kuvvetin uygulandığı zamanda mandibulanın hangi büyüme fazında olduğunu, el-bilek kemiklerinden tahmin edilmesinin önemini ve yararını vurgulamışlardır. Bu yüzden, çenelik



etkisinin bireyin büyüme dönemine göre tahmin edilebileceğine dikkat çekilmiştir. Graber (1977), çeneliğin ilk uygulandığı yıllarda başarısız olmasının nedenini uygulama döneminin yanlış seçilmiş olmasına bağlamış; tedaviye başlamak için en uygun dönemin, henüz alt keser dişlerin yeni sürmeye başladığı erken karışık dişlenme dönemi olduğunu ifade etmiştir.

Yapılan çalışmalardan, iskeletsel Klas III malokluzyonun çenelik ile tedavisine başlama yaşının, mümkün olduğu kadar büyümenin erken döneminde olması gerektiği, erken büyüme kriterlerinin temel alınmasının, tedavi sonuçlarının başarısını olumlu yönde etkilediği konusunda, araştırmacıların hemfikir olduğu anlaşılmaktadır (Graber, 1977; Mitani, 1981; Sakamoto, 1981; Sakamoto ve ark., 1984; Wendell ve Nanda, 1985; Ritucci ve Nanda, 1986; Mitani ve Fukazawa, 1986; Sugawara ve ark., 1990; Üner ve ark., 1995).

Araştırmamızda, tedavi ve kontrol grupları oluşturulurken cinsiyet ayrımı yapılmamıştır. Sakamoto (1981), çenelik ile iskeletsel Klas III malokluzyonu tedavi ettiği çalışmasında, grupları cinsiyet bakımından heterojen olarak seçmiştir.

Araştırmamızda, tedavi grubunun oluşturulmasında, çeneler sentrik ilişkide iken mandibulanın manuel olarak geriye alınamaması ve molar dişler arasında Klas III ilişkinin devam etmesi klinik olarak (Graber, 1977); ANB açısının negatif olması, mandibulanın kraniyuma göre ilerde konumlanması, total mandibuler uzunluk ile mandibuler korpus ve ramus efektif uzunluklarının artması, sefalometrik olarak (Mitani, 1981) belirlenen kriterlerdir. Kontrol grubunu oluşturan bireylerin Klas I malokluzyona sahip olduğu da yine klinik ve sefalometrik olarak belirlenmiştir (Guyer ve ark., 1986).

Araştırmamızda, tedavi grubunu iskeletsel Klas III malokluzyona, kontrol grubunu ise iskeletsel Klas I malokluzyona sahip bireyler oluşturmaktadır. Kontrol grubunun ortodontik ve/veya ortognatik tedavi uygulanmadan izlenmesi planlandığı ve araştırmanın pekiştirme dönemi ve sonrasını da içerecek uzun bir süre devam ettirilmesinin planlanmış olması nedeniyle, etik kurallar gözönüne alınarak, kontrol grubu iskeletsel Klas III düzensizliği olan bireylerden oluşturulmamıştır. Bu nedenle, çalışmamızda çeneliğin kraniyofasiyal bölgede ve TME üzerindeki etkileri, ortognatik bir yapı olarak kabul edilen iskeletsel Klas I malokluzyon ile prognatik yapı olarak kabul edilen iskeletsel Klas III malokluzyon karşılaştırılarak belirlenmiştir.

Nitekim, Graber (1977), Guyer ve arkadaşları (1986), Sugawara ve arkadaşları (1990), iskeletsel Klas III malokluzyonu bulunan bireylerden oluşan bir kontrol grubu oluşturmanın zorluğuna değinmiş ve çalışmalarını ancak cross-sectional olarak seçilen iskeletsel Klas III malokluzyonlu bireylerin lateral sefalogramları üzerinde yürütmüşlerdir. Yapılan diğer çalışmalarda ise, kontrol grubu fonksiyonel Klas III malokluzyonu bulunan bireylerden oluşturulmuştur (Mitani ve Fukazawa, 1986; Allen ve ark., 1993; Üner ve ark., 1995; Hiroshi ve Toshio, 1996).

Bazı araştırmacılar, prognatik mandibula ile ortognatik mandibulayı, büyüme yönü ve miktarı bakımından karşılaştırmıştır. (Mitani, 1981; Wendell ve Nanda, 1985; Guyer ve ark., 1986; Allen ve ark., 1993). Guyer ve arkadaşları (1986), iskeletsel Klas III ve Klas I düzensizliklerinin iskeleto-dental özelliklerini, cinsiyet farkı gözetmeksizin dört değişik yaş grubunda incelemiştir. Buna göre, anterior kraniyal kaide uzunluğunun 5-7 yaş grubunda Klas III malokluzyonda daha uzun olduğunu; 8-10, 11-13 ve 13-15 yaş gruplarında ise Klas I malokluzyona benzer olduğunu bulmuşlardır. Posterior kraniyal kaide uzunluğunun tüm yaş gruplarında, Klas III malokluzyonda büyük olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, Klas III malokluzyonda maksillanın daha geride konumlandığını; maksiller efektif

uzunluğunun daha kısa olduğunu tesbit etmişler; mandibulanın ise, sagittal olarak Klas III malokluzyonda daha ilerde konumlandığını; mandibuler efektif uzunluğunun ise arttığını saptamışlardır.

Mitani (1981), 7 yaşından 10 yaşına kadar Klas I ve Klas III malokluzyona sahip bireyleri tedavi etmeden takip ettiği çalışmasında, prognatik gruptaki bireylerin mandibulasının 10 yaşına kadar yıllık büyüme artışı ve hızı bakımından, temel anlamda ortognatik gruba benzerlik gösterdiğini tesbit etmiş; ancak, hayatın geri kalan bölümünde de mandibuler büyümenin aynı biçimde devamının garanti edilemeyeceğini belirtmiştir. Araştırmacı, 7-10 yıl yaş diliminin belli bir döneminde, prognatik fasiyal yapı ile ortognatik fasiyal yapının şekli ve boyutundaki değişikliklerin bilhassa miktarı ve natürünün benzerlik gösterdiğini vurgulamıştır.

Çalışmamızda, tedavi ve kontrol grubunu oluşturan bireyler TME sağlığı yönünden klinik muayene ile tetkik edilmiştir. Araştırma kapsamındaki bireylerin hiçbirinde, TME internal düzensizliği belirtisi olan herhangi bir semptomla rastlanmamıştır. TME internal düzensizliğinin oluşmasının temel nedeni, kondil, disk ve glenoid fossa arasındaki ilişkinin, diskin kondile göre veya kondilin diske göre konumunun değişmesi şeklinde özetlenmiştir. TME'i oluşturan yapılar arasındaki pozisyonel ve morfolojik ilişkiyi belirlemek için birçok görüntüleme yöntemi olup; bunlar arasından en uygun olanı amaca yönelik olarak seçilmelidir.

TME bölgesinde bulunan kemik yapılarındaki değişimi ve kondil konumunu saptamak için, rutin olarak X-ışını esasına dayanan yöntemlerin kullanılması gelenekselleşmiştir. Transkraniyal lateral grafi ve panoramik filmler bu yöntemler arasında yer almaktadır. Transkraniyal lateral grafi ve panoramik filmler ile TME bölgesinin sert dokuları görüntülenmekte; ancak çevre dokuların süperpozisyonu nedeniyle bu yöntemler yeterli olmamaktadır. İçinde tomografinin de bulunduğu konvansiyonel radyolojik

yöntemler ile disk gibi, TME bölgesine ait yumuşak dokuların görüntülenmesi mümkün değildir (Greenberg ve ark., 1989; Helms ve Kaplan, 1990; Dixon, 1991). Nitekim, TME disfonksiyonu bulunan hastaların %85'inden fazlasında anomalinin bu yöntemlerle tesbit edilemediği gösterilmiştir (Greenberg ve ark., 1989).

Tomografi yöntemiyle, bölgeden kesit görüntüler elde edilerek olası süperpozisyonlar engellenmesine rağmen, sadece glenoid fossa içerisindeki kondil konumu belirlenebildiği ve disk konumu kondile göre tahmin edildiği için, disk konumunun tesbit edilmesi bakımından bu yöntem de uygun değildir. Bu yöntem ile kemik lezyonları erken teşhis edilebilir; ancak unutulmamalıdır ki, TME bölgesinde kemik dejenerasyonunun başlaması, yumuşak doku değişikliklerinden sonradır. Bu nedenle, öncelikli olarak belirlenmesi gereken, yumuşak doku değişiklikleridir.

Kompüterize tomografi (CT) yöntemi sayesinde tek bir işlemle, hem yumuşak hem de sert dokuların görüntülenmesi mümkündür; ancak disk ile lateral pterygoid kas ataşmanları ve bilaminer bölgedeki dokuların densitesi birbirine benzediği için, disk sınırlarını ayırdetmek güç olabilir. Bu nedenle, CT'nin yumuşak doku rezolüsyonunun zayıf olduğu ifade edilmiştir (Kirk, 1989; Dixon, 1991; Crowley ve ark., 1996).

Artrografi yöntemi ile diskin konumu ve fonksiyonel dinamiği belirlenebilirken; disk perforasyonu %20 false-pozitif teşhis koyma riski ile saptanmaktadır. Artrografi, TME internal düzensizliğinin ileri aşamalarında, cerrahi uygulamaları için, diğer yöntemlere üstünlüğü nedeniyle tercih edilen bir yöntemdir. Zira, single ve double kontrast artrografi tekniklerinin, CT ve videofloroskopi ile birleştirilmesi, teşhiste düşülecek yanılığları oldukça azaltmıştır. Westesson ve arkadaşları (1984,1986), kadavra TME'i üzerinde *double kontrast artrografisi* çalışmasında, disk konumu ve perforasyonunun %85 oranında saptanabildiğini; *transkraniyal single kontrast materyal ile*

*lower kompartmant videoartrografisi* yöntemi ile ise bu oranın %81-97 olduğunu ifade etmişlerdir.

Transkraniyal lateral grafi, panoramik grafi, tomografi, komputerize tomografi ve artrografi, iyonize radyasyon esasına dayanan ve bu nedenle biyolojik zararı olduğu bilinen yöntemlerdir (Manziona ve ark., 1986; Christiansen ve ark., 1987). Komputerize tomografi ve artrografi dışındaki yöntemler ile TME bölgesinin, kemik elemanları hakkında bilgi edinilebilir. Komputerize tomografi ile disk ve kemik elemanları aynı plan üzerinde görüntülenebilir; ancak yumuşak doku rezolüsyonu iyi değildir. Artrografi ise, diskin hem konum hem de fonksiyon açısından değerlendirilmesine olanak vermekle birlikte, disk dışındaki yumuşak dokuları görüntüleyememektedir. Özel ekipman gerektirmesi, invaziv olması, radyasyon dozunun yüksek olması, uygulama esnasında disk perforasyonu, kullanılan opak görüntü verme özelliğine sahip biyolojik sıvının çevre dokulara infiltre olması gibi, iyatrojenik komplikasyonlar yüzünden hekimin tecrübe ve becerisine bağlı olması nedeniyle bazı dezavantajları bulunmaktadır (Westesson ve Rohlin, 1984; Greenberg ve ark., 1989; Dixon, 1991).

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yöntemi, yüksek doku kontrast rezolüsyonu olduğu için, hem yumuşak hem de sert dokuları aynı kesitte gösterebilmesi, multiplanar görüntü elde edilebilmesi, invaziv olmaması ve X-ışınlarının yerini radyofrekans dalgaları ve manyetik alanlar aldığı için, günümüze değin belirlenen biyolojik zararının olmaması nedeniyle, son yıllarda tercih edilen bir görüntüleme modalitesi olmuştur. Ancak, bugün için MRG'nün dezavantajı, disk ve posterior ataşman perforasyonlarını false-pozitif olarak yorumlama riski taşıyor olması (Greenberg ve ark., 1989) ve yüksek maliyetidir. MRG ile aksiyal, sagittal ve koronal olmak üzere, her üç ortogonal ekseninde ve oblik düzlemlerde inceleme yapmak mümkün olmaktadır (Kirk, 1989; Greenberg ve ark., 1989; Helms ve Kaplan, 1990). Bu anlamda MRG ile;

- 1- TME bölgesinin kemik yoğunluğu,
- 2- Diskin morfolojisi,
- 3- Diskin konfigürasyonu,
- 4- Diskin konumu,
- 5- Diskin yoğunluğu,
- 6- Rotasyonel sideway parsiyel disk deplasmanları,
- 7- Disk altındaki morfolojik değişiklikler,
- 8- Disk yapısındaki kalsifikasyon, hyalinizasyon, gibi değişiklikler,
- 9- Posterior ataşman bünyesindeki fibrotik değişiklikler ve
- 10- TME bölgesine ait kas ataşmanlarının saptanması mümkün olmaktadır.

Westesson ve arkadaşları (1987), kadavra üzerinde 3 mm kesit kalınlığı alınarak, sagittal ve koronal MRG'leri ile, bu kadavralara uyan kesit TME dokularını karşılaştırdığı çalışmasında, MRG'nde disk konumunun %73; disk konfigürasyonunun ise %60 oranında saptandığını, %33'ünde disk sınırlarının belirlendiğini ancak net olmadığını, %7'sinde ise diskin hiç görülemediğini bildirmiştir. MRG'nde, artrografi ile dahi saptanamayan disk ile diskin anterior ve posterior ataşmanları arasındaki sınır tesbit edilebilmiştir. Araştırmacılar, bu üstün nitelikleri nedeniyle, MRG yönteminin diğer görüntüleme yöntemlerinin yerine kullanılabileceğini ifade etmiştir. Bu yönle, çalışmamızda iskeletsel Klas III vakaların ortognatik tedavisinde kullanılan çeneliğin, kondil ve fossa ile birlikte, disk konumu ve konfigürasyonuna etkilerini incelemek amacıyla MRG'nden yararlanılmıştır. Araştırmamızda, MRG, tüm bireylerden ağız kapalı pozisyonda ve sol TME bölgesinden alınmıştır. MRG'leri üzerinde, ağız kapalı iken disk konumu ve şeklinin %60 oranında saptanabildiği ifade edilmiş; ağız kısmi olarak açıldığında ise oranın %70'e yükseldiği, ancak bu pozisyonda, kondilde rotasyon ve translasyon olduğu için, disk konumunda da değişiklikler olabileceği vurgulanmıştır (Helms ve Kaplan, 1990; Drace ve Enzmann, 1990).



Genellikle, TME bölgesi incelemeleri bilateral olarak yapılmaktadır. Kondil şekli, bireyler arasında farklı olduğu gibi; aynı bireyde sağ ve sol tarafta da ayrı olabilir (Dawson, 1989; Okeson, 1989). Cohlmia ve arkadaşları (1996), ortodontik tedavi uygulanmamış, Klas I, II, III malokluzyonu olan bireylerin TME bölgesinin morfolojisini incelediği çalışmasında, kondil başının antero-posterior kalınlığı yönü ile, sağ ve sol tarafta farklılık göstermediğini saptamıştır. Pullinger ve arkadaşları (1987), TME sağlığı bakımında asemptomatik ve ortodontik tedavi görmemiş Klas I, Klas II/1, Klas II/2, Klas III malokluzyonlu bireylerde kondilin glenoid fossaya göre konumunun sağ ve sol tarafta birbirine benzediğini ifade etmiştir.

Stöckli ve Willert (1971), deneysel çalışma sonucunda, gerek spontan olarak gerekse ortognatik bir kuvvet tatbik edildikten sonra, her iki eklem bölgesinde de hücresel düzeyde bazı değişiklikler oluştuğunu; ve bunun, mikroskop altında histolojik olarak kondroblastik hücrelerde belirlenebildiğini, ancak bu uygulama sonrasında kondilin genel topografisinin ve kalınlığının değişmediğini tesbit etmiştir. Bu yönle, sağ ve sol eklem şekli arasındaki farklılığın ancak hücresel düzeyde olduğu ve bu durumun kondilin genel morfolojisi üzerinde bir etkisi olmadığı vurgulanmıştır.

Bu bulgular göz önüne alınarak ve MRG yönteminin maliyetinin yüksek olması da hesap edilerek, çalışmamız sadece sol TME bölgesi üzerinde yürütülmüştür. Alexander ve arkadaşları (1993), MRG yöntemi ile TME incelemesini, ağız kapalı iken, cihazın (General Electric Signa System-GE, Milwaukee, Wis) hinge ekseninden ve cross-laser referans hattından yararlanarak ve bireyin başını styrofoam ile destekleyerek yapmıştır. Laurell ve arkadaşları (1987), hareket artifaktını aza indirmek, çakıştırma yapılacak çalışmalarda görüntü düzleminde standardizasyonu sağlamak ve işlem süresini kısaltmak için, nonferromanyetik bir materyalden sefalostat yaparak, kurukafa üzerinde TME'i MRG yöntemi ile incelemiştir; ve hareket artifaktının azaldığını, görüntü standardizasyonunun sağlandığını,



görüntülerin çakıştırma yapmaya izin verdiğini ve işlem sũresinin kısaltığını ifade etmiştir.

Araştırmamızda, MRG alınması sırasında hem başın ve hem de kondilden alınan anteroposterior yøndeki aksiyal oblik kesitlerin standardizasyonuna dikkat edilmiştir.

Başın stabilizasyonu, hasta sırt üstũ yattığında boyun bölgesini, başın sađa ve sola hareketini engelleyecek şekilde çepeçevre kavrayan kauçuk destekler ile sağlanmıştır. MRG'nũn net olarak elde edilmesi hasta kooperasyonu ile mũmkũn olmaktadır. Cihazın özelliği nedeniyle klostrofobisi olan bireylerden kayıt almak kesinlikle mũmkũn değildir. Bu nedenle klostrofobisi olan bireyler araştırma kapsamına alınmamıştır. Bu şekilde başın stabilitesi sağlandıktan sonra, cihazın cross-laser'ı, midfasiyal ve Frankfort horizontal dũzlemlerinden geçirilmiştir. MRG cihazında başın lateral sefalogramlar alınırken kullanılan sefalostat benzeri bir dũzenek ile tesbit edilerek görüntülerinin elde edilebileceği bildirilmiştir (Laurell ve ark., 1987). Laurell ve arkadaşları (1987), bir sefalostat ile kurukafayı tesbit ederek TME'i MRG yøndemi ile incelemişlerdir. Bu çalışmanın kurukafa üzerinde yapılmış olması, klinikte hasta üzerinde uygulanıp uygulanamayacağı konusunda akla řũphe getirmektedir. Glenoid fossa içerisindeki kondil ve buna bağlı olarak disk, oldukça fazla bireysel farklılık gũsteren bir konuma sahiptir. Bu nedenle, görüntũ dũzleminde bir sefalostat ile genel anlamda standardizasyon sağlamaktansa, bireysel standardizasyon sağlanması, bire bir sonuçların oluşturulmasına imkan verecektir. Bunun yanısıra, lateral sefalometrik filmler alınırken kullanılan sefalostatlarla bile görüntũ artifaktlarının oluştuğu inkar edilmez bir gerçektir. Ayrıca, bũyle bir dũzeneđin maliyeti de oldukça yũksektir. Bunların ötesinde, araştırmamızda boyutsal ölçũmlerden çok, oransal ve açısal ölçũmler kullanılarak, doğabilecek hatalar minimize edilmiştir. Belirtilen yøndemle başın stabilitesi

sağlandıktan sonra mandibula kondilinden, her bireye özgü kesit görüntülerinin alınmasına geçilmiştir.

Kondilden anteroposterior doğrultuda aksiyal plot alınırken, görüntü düzlemi, sagittal yönde, her bireyin kendi kondilinden, kondilin kendi açılanmasına sadık kalınarak alınmış; bu açıda herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Bu nedenle kesit görüntüleri her birey için o bireye özgü olarak elde edilmiştir. Ayrıca kondilden elde edilen kesit sayısı artırılarak da uygulama öncesi ve sonrasındaki kesit görüntülerinin birbirine benzer olması sağlanmıştır.

Mandibula kondili kraniyumda anteroposterior yönde, her bireyde farklı konumlanmıştır. MRG kayıtlarının alınmasına başlanırken bireysel aksiyal plot görüntüleri elde edilmektedir. Böylece görüntü düzlemi belirlendikten sonra, buna göre, mandibula kondilinden kesit görüntüleri alınmaktadır. Dolayısıyla kesit görüntüleri her bireye has olmaktadır. Kesitler alınırken dikkat edilmesi gereken husus, kesitler arası mesafenin azaltılması suretiyle, mandibula kondilinden daha fazla sayıda kesit elde edilmesidir. Bu, uygulama öncesi ve sonrasında elde edilen kesit görüntülerinin birbirine benzer olmasını sağlamaktadır. Ayrıca TME bölgesine komşu olan anatomik yapıların süperpozisyonlarının engellenmesi de net görüntü alınmasında etkili bir faktördür. Çalışmamızda kesitler arası mesafeyi azaltarak daha çok sayıda kesit görüntüsü elde etmek ve süperpozisyonu engellemek amacı ile MRG kayıtları alınması esnasında, yüzeyel sarmallardan (transmitter surface coil) yararlanılmıştır. Transmitter surface coil, sinyal-ses oranını artırarak yüksek rezolusyonda görüntüler elde edilmesi olanağı vermektedir (Harms ve ark., 1985; Katzberg ve ark., 1986). Bu sayede vücut geneline göre küçük bir bölge olan TME'in daha sık aralıklı ve daha çok sayıda kesit görüntülerinin oluşturulması mümkün olabilmektedir. MRG'leri elde edildikten sonra uzman radyolojistin belirlemiş olduğu kesit TME görüntüleri üzerinde ölçümler yapılmıştır.

Tüm bireylerden lateral sefalogram, el-bilek filmi ve MRG kayıtları toplandıktan sonra, kontrol grubu bireyleri ortodontik ve/veya ortognatik bir uygulama yapılmadan gözlem sürecine alınmış; tedavi grubunu oluşturan bireylerde ise çenelik tedavisine başlanmıştır. Çeneliğin yönü kondil-çene ucu doğrultusunda; şiddeti 600 g; bir günde uygulama süresi 16 saat olarak belirlenmiştir.

Prognati inferiorun tedavisinde kullanılan çeneliğin yönü, genellikle kondil-çene ucu doğrultusunda olmuştur (Graber, 1977; Mitani ve Sakamoto, 1984, Sakamoto ve ark., 1984; Wendell ve Nanda, 1985; Mitani ve Fukazawa, 1986; Tanne ve ark., 1993; Üner ve ark., 1995). Tanne ve arkadaşları (1993), TME'i de içine alan üç boyutlu bir mandibula modeli oluşturmuş ve finite element analiz yönteminden yararlanıp kondil-çene ucu doğrultusunu başlangıç olarak kabul ederek, bu referans hattı boyunca ve bunun altından ve üstünden 10'ar derecelik aralıklarla, (-50°)'den (+40°)'ye kadar değişen uygulama yönleri oluşturmuşlardır. Bu açısal traseler boyunca mandibula modeline kuvvet uygulayarak, stres dağılımı haritası yapmış ve kuvvet yönünün başlangıç eksenini kabul edilen kondil-çene ucu yönüne yaklaştıkça ve bunun üzerine çıktıkça, mandibulada ve özellikle de TME bölgesinde daha dengeli bir stres dağılımı oluşturduğunu bulmuşlardır.

Bununla birlikte, çenelik uygulama yönü belirlenirken iskeletsel düzensizliğin niteliği de önem taşımaktadır. Ritucci ve Nanda (1986), çenelik yönünü, kısa yüz ve artmış overbite olan Klas III malokluzyonlarda kondilin hemen anteriorundan; uzun yüz ve open bite eğilimi gösteren Klas III malokluzyonlarda ise mümkün olduğu kadar kondilden uzaklaşarak daha anteriorda ve vertikal olarak uygulamışlardır. Araştırmamızda, tedavi grubunda mandibuler düzlem açısının küçük olması ve overbite miktarının da yeterli olması nedeniyle ve ayrıca TME bölgesindeki olumlu etkileri de düşünülerek, çenelik kondil-çene ucu yönünde uygulanmıştır.

Graber (1977), uygulama başlangıcında çenelik şiddetini hafif tutmuş, tedaviye başladıktan 2 ay sonra şiddeti arttırmış, böyle bir uygulamanın doku adaptasyonuna izin verdiğini belirtmiştir. Mitani ve Sakamoto (1984), Sakamoto ve arkadaşları (1984), Sakamoto (1981), Üner ve arkadaşları (1995), Ritucci ve Nanda (1986), Mitani ve Fukazawa (1986), Tanne ve arkadaşları (1996), Wendell ve Nanda (1985), çenelik şiddetini toplam 500-600 g olarak uygulamıştır.

Çenelik takma süresi, hasta kooperasyonuna, anomali şiddetine, bireyin iskeletsel büyüme dönemine göre değişmektedir. Graber (1977), kooperasyonu iyi olmayan bireylerde çenelik taşıma süresini 14-16 saat olarak belirlemiştir. Mitani ve Fukozawa (1986), malokluzyonun şiddetine göre, büyüme atılımının peak'e ulaştığı dönemde çenelik şiddetini hafifce arttırmıştır. Sugawara ve arkadaşları (1990), iskeletsel sapmanın büyük olduğu Klas III anomalilerde bu süreyi uzun tutmuştur.

Yapılan çalışmalardaki uygulamalardan da anlaşılacağı üzere, kuvvet şiddeti ve aygıtın taşınma süresi, hastaya, anomali şiddetine ve tedaviye başlanan büyüme dönemine göre değişmektedir. Bununla birlikte, çenelik takma süresindeki değişikliklerin, -uzun, kısa, gece, gündüz gibi-, mandibula büyümesini etkilemediği belirtilmiştir. Ancak, Wyatt (1987), mandibulayı geriye almaya yönelik kuvvetlerin (Klas III intraoral elastik, çenelik, çapraz elastik gibi) şiddetinin, geceleri stomatognatik sistem fonksiyonlarının azalması ve bunun da, gündüz uygulamasından daha fazla kuvvet oluşturması nedeniyle, TME bölgesini olumsuz etkileyebileceğini ileri sürmüştür.

Klas III malokluzyonda negatif overjetin iyileşmesi, alt keser dişlerin geriye doğru eğimlenmesi ile olmaktadır (de Alba ve ark., 1976; Allen ve ark., 1993). de Alba ve arkadaşları (1976), foto elastik bir model üzerinde, çene ucu-kondil yönünde 700 g şiddetinde çenelik uygulandığında, alt keser

dişlerin lingual yüzeyine bakan kemik yüzeyinde stres alanlarının oluştuğunu göstermiştir. Allen ve arkadaşları (1993), çeneliğin birinci olarak, alt keser dişlerin linguale eğilmesine yol açtığı ve bunun ardından görülen ortognatik etkilerin, uygun overjet ve overbite'in sağlanmasına bağlı olarak meydana geldiğini belirtmiştir.

Çalışmamızda, çeneliğin çene ucu yumuşak dokuları ve alt dudağa uyguladığı kuvvetin etkisi ile alt ön kesici dişleri linguale eğmesine engel olmak; böylece çeneliğin etkisini dentoalveoler değişikliklerden yalıtılmak amacıyla, çenelik ile eş zamanlı olarak intraoral pasif bir mandibuler plak kullanılmıştır. Uygulama sonrasında alt kesici diş eğiminde, istatistik olarak önemli olmasa bile, çeneliğe rağmen labiale doğru hareket eğilimi olduğu ya da en azından alt kesici dişlerin yerinde tutulduğu tesbit edilmiştir (Tablo 4.7). Bu sonuç, overjetin eliminasyonunda alt kesici diş yönünden bir katkı olmadığını doğrulamaktadır.

Klas III malokluzyonda, anterior dişler arasında artmış overbite ile birlikte artmış underjet'in olması, çeneliğin etkinliğini azaltmaktadır. Bu problemi ortadan kaldırmak için bir intraoral aygıt ile okluzyon yükseltilmektedir (Ritucci ve Nanda, 1986; Üner ve ark., 1995). Çalışmamızda, çeneliğin TME bölgesine olan etkisini gölgeleyebileceği düşüncesi ile okluzyonu yükselten bir intraoral aygıt uygulanmamıştır. Literatürde, okluzyonu yükseltmeye yarayan bir aygıt kullanılmadan yapılan çenelik uygulamaları da başarılı sonuçlanmıştır (Graber, 1977; Sakamoto, 1981; Mitani ve Sakamoto, 1984; Sakamoto ve ark., 1984; Wendell ve Nanda, 1985; Ritucci ve Nanda, 1986; Mitani ve Fukazawa, 1986; Sugawara ve ark., 1990). Çalışmamızda, çenelik uygulamasına, negatif overjet pozitif olana ve molar dişler arasında Klas I veya başabaş ilişki oluşana kadar devam edilmiştir.

Araştırmamızın ilk aşamasında, tedavi ile ve spontan olarak kraniyofasiyal bölgede meydana getirilen değişikliklerin sefalometrik filmler üzerinde

saptanabilmesi için, açısal, boyutsal ve oransal ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümler, konvansiyonel ölçüm yöntemlerine alternatif olan bazı ölçümlerden oluşmaktadır.

Kraniyuma göre çeneler arası sagittal ilişkinin değerlendirilmesinde kullanılan ANB açısının güvenilirliği, bu açının çenelerin rotasyonundan, A ve B noktaları arasındaki vertikal değişiklikten ve özellikle nasion noktasının anteroposterior ve vertikal yönde yer değiştirmesinden etkilenmesi nedeniyle tartışmalıdır (Taylor, 1969; Steuer, 1972; Jacobson, 1975; Jacobson, 1976; Björk ve Skieller, 1983; Luder, 1986).

Sella noktasındaki yer değiştirmede sfenoidal sinusların genişlemesi, sfenokspital sinkondrozisin büyümesi ve fossadaki minör remodelling olaylarının ve sfenoetmoidal suture faaliyetlerinin etkili olduğu bildirilmiştir (Steuer, 1972).

Bu nedenle araştırmacılar, bu yer değişikliklerinin sözü edilen noktalardan yararlanarak yapılan açısal ölçümlerin ve referans hattı olarak SN düzleminin güvenilirliğini azalttığını savunmaktadır (Steuer, 1972; Pancherz ve Hansen, 1984; Houston ve Lee, 1985; Arat ve ark., 1988; Elder ve Tuenge, 1997). Bunun için çalışmamızda SNA, SNB, ANB ölçümleri sadece vakaların seçiminde kullanılmış; istatistik değerlendirmeler ise bu ölçümlere alternatif olarak seçilen, AA', BB' ve AA'-BB' ölçümleri sonuçlarına göre yapılmıştır (Arat ve ark., 1988). Bu ölçümler, horizontal referans düzlemine dik çizilerek oluşturulan vertikal referans düzlemine, A ve B noktalarının izdüşümsel uzaklıkları ve bu uzaklıkların farkı şeklinde hesaplanmıştır.

Horizontal referans düzleminin belirlenmesinde büyüme ve gelişimden etkilenmeyen stabil ve tekrarlanabilir noktaların seçilmesi esas alınarak (Björk, 1963); sella tursikanın ön duvarının anterior klinoid proses ile kesiştiği tuberkulum sella (T) noktası ile sfenoid kemiğin büyük kanatlarının



ön kafa kaidesini kestiği noktaların orta noktası olan Wings (W) noktası belirlenmiştir. Arat ve arkadaşları (1997) tarafından, TW hattının büyüme ve gelişimden etkilenmediği, stabil kaldığı gösterilmiştir.

TW hattı stabil bir düzlem olmakla beraber, kraniyumun eğimini yansıtmaktadır. Bu eğim, vertikal referans düzlemi üzerinde yapılan izdüşümsel ölçümlerin doğruluğunu gölgeleyebilir. Bu nedenle çalışmamızda, T noktası başlangıç olacak şekilde TW düzleminin 7° altından, Frankfort horizontal düzlemine hemen hemen paralel ve bireyin kendi postürüne uygun, horizontal referans düzlemi oluşturulmuştur (Marcotte, 1981; Wendell ve Nanda, 1985; Talass ve ark., 1987). Frankfort Horizontal düzlemi, her filmde porion noktasının görülememesi ve hata olasılığının artması nedeniyle kullanılmamıştır (Uzel ve Enacar, 1984). Horizontal referans düzlemine T noktasından dik çizilerek oluşturulan düzlem ise vertikal referans düzlemi olarak kullanılmıştır (Tollaro ve ark., 1996). İskelet ve dental yapılara ait açısal ve boyutsal ölçümler, bu iki düzleme göre yapılmıştır.

Sefalometrik inceleme sonucunda çenelik tedavisi ile maksiller bazal kaide uzunluğu ve konumunda olumlu değişikliklerin olduğu; ve tedavi grubunda maksiller büyümenin, kontrol grubunun maksiller büyümesini yakalayabildiği tesbit edilmiştir. Tedavi etkisi ile maksiller kaide uzunluğunun artması ve maksiller bazal kaidenin ileri taşınması sonuçlarının oluşmasında, anterior bölgedeki çapraz kapanışın elimine edilmesi ile maksiller büyüme üzerindeki mandibuler engelin ortadan kaldırılmasının ve böylece maksillada ileri yönde bir büyüme atağının gerçekleşmesinin etken olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç, Hiroshi ve Toshio (1996)'nın bulguları ile de desteklenmektedir.

Bunun yanısıra Mitani (1981), ortodontik tedavi uygulamadan 9 yaşına kadar, iskeletsel Klas I ve Klas III malokluzyon bulunan bireyleri karşılaştırdığı çalışmasında, orta yüz derinliğinin, prognatik grupta daha kısa; alt yüz derinliğinin ise daha uzun olduğunu tesbit etmiştir. Klas III



grupta gözlem boyunca bu sonucun değişmediği, mandibula büyümeye devam ederken, maksillanın retard kaldığı saptanmıştır.

Araştırmamızda, mandibulanın ileri yönde büyümesinin çenelik tedavisi ile kontrol altına alındığı ve sagittal maksiller ileri yönde büyümenin sitümüle edildiği tesbit edilmiştir. Çenelik uygulaması sonunda, maksillanın ileri yönde büyümesini gerektirecek herhangi bir aygıt uygulanmamıştır. O halde maksillanın ileri yönde büyümesini sağlayan neden veya nedenler ne olabilir? sorusu akla gelmektedir. Bu sorunun yanıtının iki şıklı olduğunu düşünmekteyiz.

Birincisi, çenelik uygulaması ile anterior çapraz okluzyon giderilmiş ve normal overjet ve overbite ilişkisi sağlanmıştır. Dolayısıyla maksillayı çepeçevre saran ve bir bakıma ileri yönde büyümesini sınırlandıran mandibula, maksilla arkasına hapsedilmiştir. Böylece maksilla, kendi bünyesinde var olan büyüme potansiyeline yeniden kavuşmuştur.

İkincisi ise, araştırmamızda ideal overbite ve overjet ilişkisi oluştuktan sonraki 6 aylık dönemde az da olsa, mandibulanın ileri yönde büyümeye devam ettiği saptanmıştır. Bu nedenle mandibula ileri yönde büyürken beraberinde maksillayı da sürüklemiş olabilir. Her ne şekilde olursa olsun, tedavi sonrasında maksiller kaide uzunluğu ve konumunun olumlu yönde değiştiği tesbit edilmiştir. Janzen ve Bluher (1965), Macaca mulattaya çenelik uyguladıktan sonra, maksillada A noktasının ileri ve aşağı doğru büyüdüğünü göstermiştir.

Üner ve arkadaşları (1995), çenelik uygulaması sonucunda anterior çapraz kapanışın düzeltilmesinde, maksillanın anteroposterior olarak büyümesini sitümüle etmenin etkili olduğunu ifade etmiş; aktif tedaviden sonraki dört yıllık takip süresince, ANB açısı değişmezken, SNA ve SNB açısında artış olduğunu saptamışlardır.

Mitani (1981), herhangi bir tedavi uygulamadan, Klas I ve Klas III malokluzyonlu grupları üç yıl süre ile izlediği çalışmasında, gözlem süresince iki grubun büyüme karakteristiği bakımından birbirine çok benzediğini görmüş; ancak Klas III grupta maksillanın ne pozisyonel ne de boyutsal olarak aşırı derecede büyük hacimdeki prognatik mandibulanın büyümesine ulaşamadığını belirtmiştir.

Graber (1977) ve Sakamoto ve arkadaşları (1984), çenelik ile tedavi ettikleri bireyleri longitudinal olarak izledikleri çalışmalarında, çeneliğin maksiller büyümeyi solumüle etmediğini bulmuştur.

Ritucci ve Nanda (1986), çeneliğin maksillanın sagittal yönde büyümesine etkisinin olmadığını; diğer taraftan vertikal olarak büyümesinde etkin olduğunu ileri sürmüştür. Çenelik tedavisi sırasında posterior vertikal maksiller büyümenin, anterior vertikal maksiller büyümeye göre daha fazla durdurulması nedeniyle, maksillada saat yönünde rotasyon oluştuğu bildirilmiştir. Çeneliğin maksillanın sagittal olarak büyümesine etkisi olmadığı için, orta yüz bölgesinde büyümeyi kontrol altına alacak başka bir mekanizma olması gerektiği vurgulanmış; bu mekanizmanın, maksilla ile mandibulanın büyümesindeki uyumun devam ettirilmesi zorunluluğu olduğu belirtilmiştir. Yazarlara göre, maksillada çeneliğe bağlı olarak meydana gelen değişiklik, çeneler arasındaki uyumu devam ettirmek için oluşturulan adaptasyonel bir cevaptır. Zira çenelik etkisi ile oluşturulan kuvvet glenoid fossa yoluyla doğrudan; lateral pterygoid kasın yapışma yeri olan lateral pterygoid plate yoluyla dolaylı olarak, maksillaya iletilmektedir.

Araştırmamızda, maksiller kaide uzunluğundaki artışın nedeninin çeneliğin etkisi ile, lateral pterygoid kasın gerilmesi ve bu kasın yapışma yeri olan lateral pterygoid plate'deki periosteal gerilimin artması ile bölgede kemik depozisyonunun solumüle edilmesine bağlı olabileceği düşünülmektedir. Bu düşüncemiz, Asano'nun (1986), yaptığı deneysel çalışmanın sonucu ile paralellik göstermektedir.

Araştırmamızda, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, tedavi grubunda mandibuler ramus yüksekliğinin (Cd-Go), mandibuler oblik uzunluğunun (Cd-Pog) tedavi ile değişmediği, buna karşın mandibuler korpus uzunluğunun (Go-Pog) tedavi başında kontrol grubuna göre daha büyük iken, tedavi sonunda kontrol grubu ile eşit hale geldiği saptanmıştır. Sonuç olarak, çenelik uygulaması ile mandibulanın her üç boyutundaki uzunluk artışları kontrol altına alınabilmektedir. Ayrıca, gonial açıda daralma ve alt arka yüz/alt ön yüz oranında azalma tesbit edilmiştir.

Çeneliğin mandibula gelişimi üzerine etkileri literatürde hala tartışılmaktadır. Graber (1977), çenelik etkisini, Klas III malokluzyon bulunan kontrol grubu ile karşılaştırdığı çalışmasında, mandibula korpus uzunluğunun çenelik grubunda azaldığını, Klas III malokluzyona sahip kontrol grubunda ise arttığını tesbit etmiştir. Çalışmamızda kontrol grubu, Klas I malokluzyonlu bireylerden oluştuğu halde, gözlem süresince mandibuler korpus uzunluğunda artış kaydedilmiştir. Klas III grupta da tedavi boyunca bir artış olmasına rağmen, uygulama sonunda tedavi etkileri ve spontan büyüme etkileri karşılaştırıldığında farkın ortadan kalktığı tesbit edilmiştir (Tablo 4.4). Bunu çenelik etkisine bağlamak mümkündür. Nitekim bu sonuç, Petrovic ve arkadaşlarının (1975), Spragu dawley ratlarına çenelik uyguladıktan sonra, kondil ve foramen mentale arası mesafenin prekondroblastik tabakadaki faaliyetin durdurulması nedeniyle azaldığını histolojik olarak göstermeleri ile de doğrulanmıştır. Deneysel çalışmalar sonucunda, mandibulanın korpus ve ramus uzunluğunun, çeneliğin kondilin prekondroblastik tabakasındaki hücrel faaliyeti sınırlandırması veya inhibe etmesine bağlı olarak azaldığı bildirilmiştir (Janzen ve Bluher, 1965; Joho, 1973). Ancak Asano'nun (1986), ratlara çenelik uygulaması sonrasında elde ettiği sonuçlara göre, çenelik tedavisi sonrasında mandibuler korpus uzunluğunun değişmediği; çenelik uygulaması bitirildikten sonra, mandibulanın tekrar uygulama öncesi boyutlarına ulaştığı bulunmuştur. Asano, ratlara çenelik uygulandığında

nöromusküler faaliyetin değiştiğini; etki ortadan kalktıktan sonra nöromusküler aktivitenin eski haline döndüğünü ifade etmiştir.

Graber (1977), Klas III malokluzyonlu kontrol grubu ile çenelik tedavisi uyguladığı bireyleri karşılaştırdığı çalışmasında ramus yüksekliğinin kontrol grubunda daha fazla arttığını bulmuştur. Mitani (1981) ise, iskeletsel Klas I ve Klas III malokluzyon bulunan vakaları 7 yaşından 10 yaşına kadar tedavi uygulamadan takip etmiş; prognatik grupta mandibula total uzunluğunun ortognatik gruba göre daha fazla artış gösterdiğini; ramus yüksekliğinin ise değişmediğini tesbit etmiştir.

Ancak, Wendell ve Nanda (1985), longitudinal olarak yaptığı çalışmada çenelik tedavisi sonrasında, gerek korpus uzunluğunda gerekse ramus yüksekliğinde azalma olduğunu göstermiştir. Yine Ritucci ve Nanda (1986) da çenelik uygulaması ile ramus yüksekliğinin azaldığını rapor etmiştir.

Mandibula korpus uzunluğundaki artış, fonksiyonların devam ettirilebilmesi için, ramus arkasında depozisyon ve önünde rezorbsiyon olaylarına bağlı olarak meydana gelen remodellinge bağlanmıştır. Bu faaliyet, çeneliğin uzun süre uygulanması ile sınırlanmakta ve mandibula korpus uzunluğunda ise azalma şeklinde gözlenmektedir (Mitani ve Fukazawa, 1986).

Araştırmamızda, çeneliğe bağlı olarak gonial açıda daralma olduğu saptanmıştır . Bu bulgu, diğer araştırma bulguları ile uyum içindedir (Janzen ve Bluher, 1965; Joho, 1973; Mitani, 1981; Sakamoto ve ark., 1984). Ancak Wendell ve Nanda (1985), çenelik uygulamasıyla, gonial açıda artış saptamış, bu sonucun uygulanan kuvvetin yönüne bağlı olabileceğini ifade etmişlerdir.

Çalışmamızda çeneliğin maksiller ve mandibuler dentoalveoler yapıya da etkileri incelenmiştir. Buna göre, üst kesici diş eğiminin, tedavi sonunda,

tedavi başı değerleri ve kontrol süresince oluşan değişiklikler ile karşılaştırıldığında, daha protrüziv olduğu saptanmıştır. Üst kesici diş konumu ile ilgili bulgularımız, Graber (1977), Wendell ve Nanda (1985), Ritucci ve Nanda (1986), Allen ve arkadaşları (1993) ile Üner ve arkadaşlarının (1995) bulguları ile uyumludur. Janzen ve Blucher (1965), Macaca mulattada, mandibulaya doğrudan doğruya sürekli olarak uygulanan retraktif kuvvetlerin, üst kesici dişleri protrüze ettiğini; alt kesici dişlerin de üst kesici dişler ile kontaktını devam ettirmek için protrüze olduğunu bildirmiştir.

Alt kesici diş eğimi gerek tedavi öncesinde, gerekse tedavi ile oluşturulan değişiklikler yönünden incelendiğinde (Tablo 4.5, Tablo 4.7), istatistik olarak önemli olmasa da artma eğilimi göstermiştir. Oysa Wendell ve Nanda (1985), uygun bir okluzyon oluşturmak için alt kesici dişlerin linguale eğimlendiğini ifade etmiştir. Diğer araştırmacılar da çenelik etkisi ile alt kesici dişlerin linguale eğimlendiği konusunda hemfikirdir (Graber, 1977; Ritucci ve Nanda, 1986; Allen ve ark., 1993).

Çalışmamızda, alt kesici dişlerin istatistik olarak önemli olmasa da öne hareketinin veya başka bir deyişle çenelik uygulanmasına rağmen bu dişlerin yerinde tutulabilmesinin nedeni, tedavi süresince çenelikle eş zamanlı olarak kullanılan intraoral pasif mandibuler plaktır. Bu plakla iskeletsel sapma nedeniyle ortaya çıkan underjetin dental değişiklikler ile değil; iskeletsel olarak eliminasyonuna zemin hazırlanmıştır. Dentoalveoler kompensasyon iskeletsel sapsmaların maskelenmesi, telafi edilmesi için, doğal olarak gerçekleşen bir olaydır. Büyüme ve gelişim potansiyelinin önemli ölçüde harcanmış olduğu durumlarda, bu doğal kompensasyon olayı, ortodontist tarafından taklit edilmektedir. Esasen gelişim çağı içerisinde ele alınan çoğu iskeletsel tedaviler (iskeletsel Klas II/1, iskeletsel açık kapanış gibi) bir ölçüde dentoalveoler yapının gelişiminin yönlendirilmesine dayanmaktadır. Tedavi felsefemizde bu görüşe sahip olduğumuz halde;

iskeletsel Klas III malokluzyonun tedavisinde çeneliğin etkisine daha açık bir yorum getirebilmek için, gelişimin de yeterince uygun olduğu bir grupta, bu tür bir aygıtın kullanılmasına karar verilmiştir.

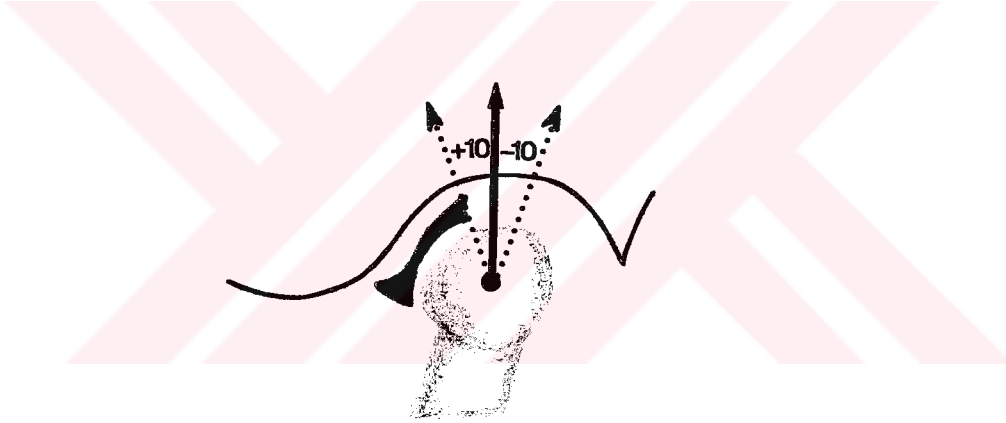
Araştırmamızın ikinci aşamasında, Klas III malokluzyon bulunan tedavi grubunda çenelik uygulaması ile, Klas I malokluzyon bulunan kontrol grubunda ise büyüme ile TME yapılarında meydana gelen değişiklikler özellikle kondil-disk-fossa üçlünün birbirine göre ilişkileri yönünden, manyetik rezonans görüntüsü (MRG) üzerinde incelenmeye çalışılmıştır.

Çenelik uygulaması ile ilgili olarak yapılan deneysel çalışmalarda, disk morfolojisi ve konumunda değişiklik oluşmadığı gösterilmiştir (Janzen ve Bluher, 1965; Joho, 1973; de Alba ve ark., 1976). Tanne ve arkadaşları (1996), finite element analiz yöntemi kullanarak oluşturduğu üç boyutlu bir mandibula modeli üzerinde stres dağılımını incelediği çalışmalarında, çenelik ile optimal düzeyde meydana getirilen streslerin TME'in hassas bir elemanı olan diski olumsuz etkilemediğini belirtmişlerdir.

Klinik olarak ise, disk konumu ve morfolojisi ile ilgili çalışmalar, semptomatik ve asemptomatik bireylerin kondil konumuna göre, diskte meydana gelebilecek konum değişikliğini çeşitli görüntüleme yöntemleri yardımı ile tahmin ederek, klinik semptomların karşılaştırılmasından öteye gitmemiştir (Pullinger ve ark., 1985; Pullinger ve ark., 1986; Pullinger ve ark., 1987; Katzberg ve ark., 1988; Artun ve ark., 1992).

TME internal düzensizliğinin oluşma nedenlerinden birisi, diskin kondile göre veya kondilin diske göre konumunun değişmesidir. Diskin kondile göre daha önde veya kondilin diske göre daha arkada konumlanması, semptomatik belirtilerin oluşmasına neden olur.

MRG yönteminin diğer yöntemlere olan üstünlüğü, bu yöntemle kondile göre disk konumunun tahmininden de öte, kesin olarak saptanabilmesidir. Drace ve arkadaşları (1990), kadavra örneklerinde MRG ile yaptıkları çalışmalarında, diskin posterior bandı ile posterior ataşmanın birleştiği bölgenin, söz konusu edilen komşu bölgelere göre hipointensif görüntü verdiğini ve kondil tepesi üzerinde vertikal olarak konumlandığını; ve fizyolojik bir disk-kondil ilişkisinde, diskin posterior bandı ve posterior ataşmanın birleşme sahası olan bu bölgenin, kondil tepesi ile saat 12 konumunda; başka bir tanımlama ile süperior pozisyonda olması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu konuda diğer araştırmacılar da aynı görüştedir (Katzberg, 1989; Helm ve ark., 1989; Drace ve Enzmann, 1990). Saat 12 konumu  $0^{\circ}$  olarak kabul edilerek, bundan  $\pm 10^{\circ}$ lik sapmalar normal kabul edilmiş (Şekil 5.1);



**Şekil 5.1.** Diskin saat 12 Konumuna ait Sınır Değerleri.

$+10^{\circ}$ den daha büyük değişiklikler diskin anteriora,  $-10^{\circ}$ den büyük olan değişiklikler ise diskin posteriora deplasmanı olarak tanımlanmıştır.

MRG üzerinde, disk konumunda meydana gelen değişikliklerin saptanmasında saat 12 pozisyonu araştırmacılar tarafından genellikle kullanılan bir yöntemdir (Katzberg ve ark., 1985; Sanchez-Woodworth ve ark., 1988; Katzberg, 1989; Drace ve ark., 1990). Burada kondilin konumundaki değişiklikten ziyade, disk konumunda öne veya arkaya doğru oluşan deplasmanlara dikkat çekilmektedir. Kondilin retropozisyonunun diskin anteriora yer değiştirmesinden kaynaklanan relatif bir durum olduğu



ifade edilmiştir (Pullinger ve ark., 1985). Ancak, Pullinger ve arkadaşlarının çalışmasında kondil konumunun belirlenmesinde kullanılan görüntüleme yöntemi tomografi olduğu için diskin konumunun kondile göre tahmin edildiğini belirtmekte fayda vardır.

Araştırmamızda, diskin kondil ile ilişkisini belirlemek tedavi veya büyüme ile spontan olarak diskin kondile göre konum değişikliklerini saptayabilmek için, saat 12 pozisyonu temel alınarak, kondil düzlemi ile diskin posterior bandı arasındaki açı olan *posterior açı* ölçülmüştür. Tedavi ile posterior açıda istatistik olarak önemli olmayan düzeyde pozitif bir artış olduğu saptanırken; spontan olarak büyüme ile yine istatistik olarak önemli bulunmayan ve negatif bir azalma olduğu belirlenmiştir. Araştırmamızda, posterior açı çenelik grubunda, tedavi başında  $+2,22^{\circ} \pm 1,73$ , tedavi sonunda ise  $+5,44^{\circ} \pm 1,63$ 'tür. Bu nedenle çenelik uygulaması ile disk konumunun etkilenmediği söylenebilir. Janzen ve Bluher (1965), Macaca mulattaya ekstraoral retraktif mandibuler kuvvet uygulanması sonrasında, diskin posterior bandında kalınlaşma olduğunu; bu sayede ne diskte öne doğru ne de kondilde geriye doğru yer değiştirme meydana geldiğini göstermiştir. Buna karşın Joho (1975), diskin hiç bir bölgesinde adaptif bir doku değişikliği olmadığını belirtmiştir.

Saat 12 pozisyonundaki disk konfigürasyonu, *davul tokmağı* veya *asimetrik papyon* ya da *kum saati*, şeklinde tarif edilmiştir (Kaplan ve ark., 1987; Westesson ve ark., 1987; Katzberg, 1989; Helm ve ark., 1989; Murakami ve ark., 1993). Herhangi bir nedenle konumu değiştiği zaman, diskin şeklinde de değişiklik olduğu bildirilmiştir (Murakami ve ark., 1993). Disk şeklinin değişmesi, diskin anterior, intermediyat veya posterior bandı ile arasındaki ilişkinin de değişmesine yol açmaktadır (Christiansen ve ark., 1987; Katzberg, 1989; Helm ve ark., 1989; Kirk, 1989; Drace ve Enzmann, 1990).

Araştırmamızda, kondile göre diskteki konum ve şekil değişiklikleri intermediyat ve anterior bölge açılarının ölçülmesi ile saptanmıştır. Buna göre, tedavi ve kontrol grubunda her iki ölçümde de istatistik olarak önemli bulunmayan bir azalma saptanmıştır.

Araştırmamızda, diskin kondile göre glenoid fossa içerisindeki bölgesel konumunu belirlemek için, Murakami ve arkadaşlarının (1993) kullandığı yöntemden yararlanılmıştır. Bu yöntemin kullanılmasındaki amaç, diskin konumunun açısal olarak belirlenmesinden ayrı olarak, bu açısal değişikliği bölgesel olarak yorumlayarak, diskte eğer deplasman varsa, bunu tanımlamak veya oluşan iyileşmeyi saptamaktır. Yöntem, diskin glenoid fossada bölgesel konumu ile ilgili bilgi vermekle kalmayıp; buna bağlı olarak disk konfigürasyonunda meydana gelen değişiklikleri birarada tesbit etme imkanı da tanımaktadır. Disk konumundaki değişiklikler, diskin şeklinin de değişmesine yol açmaktadır. Özellikle anteriora disk deplasmanı, diskin katlanmasına neden olarak, TME internal düzensizliği belirtisi olan, klicking veya ağız açmada sınırlılık gibi klinik semptomları beraberinde getirmektedir (Murakami ve ark., 1993). Bu nedenle, disk konumu ve konfigürasyonunun birlikte değerlendirilmesi klinik semptomların yorumlanması bakımından anlam taşımaktadır.

Araştırmamızda diskin, çenelik uygulaması sonrasında uyumlu bir konumda olduğu, diskin bölgesel lokalizasyonu ve konfigürasyonu ile de teyit edilmiştir (Tablo 4.19). Buna göre, diskin % 60 B bölgesinde, % 40 A bölgesinde konumlandığı; % 93,3 oranında diskin normal şekli olarak kabul edilen, bikonkav konfigürasyona sahip olduğu saptanmıştır. Deneysel çalışmalarda da, çenelik uygulaması sonrasında bikonkav disk şeklinde herhangi bir değişiklik olmadığı gösterilmiştir (Janzen ve Bluher, 1965). Murakami ve arkadaşlarına (1993) göre, A bölgesi diskin normal; B bölgesi ise hafifçe önde konumlandığını göstermektedir. Bikonkav disk konfigürasyonu ise, diskin intermediyat bölgesinin, kondil anterosüperior yüzeyi ile anterior

eminens eğimi arasında; yani olması gereken yerde bulunduğunu göstermektedir. Çünkü diskteki konum değişikliğinin, diskin elastik özelliğinden dolayı, şekil değişikliğini de beraberinde getirebildiği ifade edilmiştir (Katzberg, 1989; Murakami ve ark., 1993).

Mandibula kondili, ramus mandibula üzerinde perpendiküler olarak konumlanmıştır (Manzione ve ark., 1986; Dawson, 1989; Witzig ve Spahl, 1991). Ancak stomatognatik sistemdeki fonksiyonların değişmesine ve mandibula rotasyonlarına bağlı olarak (Björk, 1963), mandibula kondili ile kondil boynu arasındaki açısal ilişki de değişmektedir. Hiroshi ve Toshio (1996), çenelik sonrasında uygulanan ortognatik kuvvetlerin özellikle glenoid fossanın ve kondilin posterior yüzeyi ile kollum mandibula bölgesinde yoğunlaştığını ifade etmiş; yerel remodelling olayları ile kollum mandibulada incelmeye olduğunu ileri sürmüşlerdir. Çeneliğe bağlı olarak kondilin ileri doğru büküldüğünü ve mandibula kondilinde ileri yönlü büyüme modeli oluştuğunu ifade etmişlerdir. Bu yüzden, mandibula kondili ile kollum mandibula arasındaki açının değiştiğini ileri sürmüşlerdir.

Petrovic ve arkadaşları (1975), genç Spragu dawley ratları üzerinde yaptıkları çenelik uygulaması sonucunda, lateral pterygoid kasın gerildiğini; ve bunun kondil periostunda sitümölan bir etki yaratarak kemik depozisyonuna yol açtığını ifade etmiştir.

Kondil şeklinde, herhangi bir eksternal uyarandan, büyüme ve gelişim ile meydana gelen fizyolojik değişimler, mandibuler kondil ve kollum mandibula arasındaki açılanmayı etkilemektedir. Dibbets ve arkadaşları (1991b), büyümekte olan çocuklarda, kondilde saptanan yassılaştırma ve uzamanın aktif büyümenin bir parçası olduğunu; daha sonra, ramusun relokasyonu ile kondil şeklinin değiştiğini ifade etmiş; ayrıca mandibuler kondil kırırdağındaki mitotik aktivitenin, ilkbahar ve yaz aylarında arttığını kışın azaldığını belirterek; mitotik aktivitenin arttığı bu dönemde, kondilin

yassı, uzun ve ramusa dik olarak konumlandığını saptamıştır. Görüldüğü üzere, kondil başı ve kondil boynu arasında oluşan bu açılanma, hem mekanik hem de biyolojik faktörlerin etkisi altındadır.

Araştırmamızda kondil başı ile kondil boynu arasındaki açısal ilişki, alfa açısı adı altında incelenmiştir. Tedavi grubunda çenelik uygulamasına bağlı olarak alfa açısında bir azalma olduğu; ancak bu azalmanın istatistik olarak önemli olmadığı saptanırken; kontrol grubunda ise değişmediği gözlenmiştir.

Kondilin glenoid fossa içindeki konumu, disk ile birlikte değerlendirildiğinde anlam kazanmaktadır. Kondilin eklem boşluğu içindeki retro pozisyonunun, TME internal düzensizliğini başlatan bir etken olduğu ileri sürülmektedir (Wyatt, 1987). Konsentrik veya anterior kondiler pozisyonda diskin daha stabil olduğu belirtilmiştir (Pullinger ve ark., 1985). Buna karşın, kondilin posterior olarak yer değiştirmesinin, retrodiskal bölgedeki dokularda harabiyet oluşturan predispozan bir faktör olduğu (Pullinger ve ark., 1986); ve posterior kondiler pozisyonlanma sonucunda diskin biyomekanik olarak öne yer değiştirdiği saptanmıştır. Kondilin glenoid fossadaki konsentrik pozisyonu, normal konum olarak kabul edilmektedir (Pullinger ve ark., 1986). Bu durumda, kondil glenoid fossa merkezinde olup diskin ara bölgesi kondil yüzeyinin anterosüperioruna yerleşmiş ve diskin posterior bandının bilaminer saha ile birleştiği bölge ise, kondilin tepesinde yer almıştır. Kondilin glenoid fossa içerisindeki konumu, Pullinger ve Hollender (1986) tarafından oransal bir sonuç veren,  $(CpCp'-CaCa)/(CpCp'+CaCa)$  % formülü ile matematiksel olarak tanımlanmıştır. Buna göre, kondil glenoid fossa içinde konsentrik konumlandığında oranın (0), öne deplase olduğunda oranın (+1), arkaya deplase olduğunda ise oranın (-1) olduğu belirtilmiştir. Kondilin, konsentrik konumundan optimal sapma miktarı  $\pm 12$  % olarak belirlenmiştir (Pullinger ve ark., 1985). Başka bir ifade ile bu oran, kondilin glenoid fossa içerisindeki konsentrik pozisyonundan, yüzde kaç oranında deplase olduğunun matematiksel bir yorumudur.

Araştırmamızda,  $(CpCp'-CaCa')/(CpCp'+CaCa') \times 100$  matematiksel oranından yararlanılarak kondilin glenoid fossa içindeki konumu (K.G.F.K.) oransal olarak belirlenmiştir. Ancak bundan önce anterior ve posterior eklem boşluklarının en dar yerleri ölçülmüştür (Pullinger ve Hollender, 1986; Karpac ve ark., 1992). Bu amaçla glenoid fossanın en derin yeri olan f noktası belirlendikten sonra, kondilin anterior ve posterior yüzeyine f noktasından teğetler çizilmiştir. Bu teğet noktalarından dikler çıkılarak glenoid fossanın anterior ve posterior yüzeyinde izdüşüm noktaları oluşturularak, teğet nokta ve izdüşüm noktaları arasındaki mesafeler ölçülmüştür. Her iki grupta da tedavi ve gözlem süresi sonunda kondilin konsentrik olarak konumlandığı bulunmuştur. Tedavi edilmeyen Klas III malokluzyonlarda, kondilin diğer malokluzyonlara göre daha önde (Cohlma ve ark., 1996); TME internal düzensizliği semptomu vermeyen bireylerde ise kondilin, glenoid fossa içerisinde konsentrik olarak konumlandığı belirtilmiştir (Pullinger ve ark., 1985; Pullinger ve ark., 1986).

Çeneliğin kraniyofasiyal bölgede yarattığı değişikliklerin incelenmesinin yanısıra ve bununla eş zamanlı olarak TME'de oluşan değişiklikler, MRG ile incelenmiştir. Bunun sonucunda tedavi grubunda mandibular kondil ile kollum mandibula arasındaki açılanmada (Alfa Açısı) istatistik olarak önemli olmayan bir azalma; diske ait posterior açısal ölçümde istatistik olarak önemli olmayan bir artma; medial ve anterior açılarda ise istatistik olarak önemli olmayan bir azalma olduğu; kondilin glenoid fossaya göre konumunun ise değişmediği saptanmıştır (Tablo 4.16, Tablo 4.17). Bu bulgular mandibuler kondil ile disk ilişkisinin tedavi grubunda stabilitesini sürdürdüğü şeklinde yorumlanabilir. Gözlem grubunda ise mandibular kondil ile kollum mandibula arasındaki açılanmanın (Alfa Açısı) değişmediği; diske ait posterior, medial ve anterior açılarda istatistik olarak önemli olmayan bir azalma olduğu tesbit edilmiştir. Kondilin glenoid fossaya göre konumunun ise istatistik olarak önemsiz düzeyde pozitif yönde değiştiği gözlenmiştir

(Tablo 4.15, Tablo 4.17). Gözlem grubunda da aynı sonuca varılması doğaldır.

Uygulamamız sonucunda, Alfa açısında, tedavi grubunda daha belirgin olmak üzere bir daralma eğilimi olduğu gözlenmektedir (Tablo 4.17). Bunun nedeni, eksternal kuvvetler ile lateral pterygoid kasın sarkomer sayısının artması; ve kondilin anterior yüzeyindeki periosteal gerilimin artmasına bağlı olarak osseoz depozisyonun meydana gelmesi olabilir (Joho, 1973; Petrovic ve ark., 1975). Nitekim Asano (1986), yoğun gerilim bölgelerinde osteoblastların yoğunlaştığını ve bu bölgelerde appozisyonel osseoz faaliyetin stümüle edildiğini ifade etmiştir. de Alba ve arkadaşları (1976), foto elastik bir model üzerinde; Tanne ve arkadaşları (1996) ise üç boyutlu bir mandibuler modelde finite element analiz yöntemi ile yaptığı çalışma sonucunda, mandibulaya eksternal olarak uygulanan retraktif kuvvetlerin, mandibulanın boyun bölgesinde basınç kuvvetleri şeklinde yoğunlaştığını göstermiş; Asano (1986) ise basınç bölgelerinde osteoklastların sayısının arttığını, bunun ise kemik rezorpsiyonuna neden olduğunu ifade etmiştir. Bu açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, mandibula kondili ve boynu bölgesine gelen basınç ve gerilim kuvvetleri kondiler açılanma (Alfa açısı) üzerinde, başka bir ifade ile kondil morfolojisinde etkili olmaktadır.

Araştırmamızda, çeneliğin iddia edildiği gibi, kondilin glenoid fossa içerisindeki konsentrik konumunu değiştirerek posteriora deplase ettiği spekülasyonunun aksine, kondil konumunda bir değişiklik yaratmadığı gözlenmiştir (Tablo 4.16, Tablo 4.17). Bu durum, mandibula kondilinin, çenelik tedavisine bağlı olarak büyüme şeklinin değiştirilmesinin, mandibulanın glenoid fossa içerisindeki konumuna yansması şeklinde yorumlanabilir. Zira, K.G.F.K. değerine göre kondil konumunun sabit kalması, kondiler açıda daralma meyli, mandibuler düzlem eğiminin değişmemesi, gonial açının daralırken, alt ön yüz yüksekliğinin artması ve overbite'ın azalması ile birarada meydana gelmiştir.



Tedavi ve gözlem boyunca, her iki grupta dentofasiyal yapıda saptanan bazı değişiklikler ile TME bölgesinde MRG ile saptadığımız değişiklikler arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Alfa açısında çenelik tedavisine bağlı olarak oluşan azalma ile, mandibuler korpus uzunluğundaki (Go-Pog) azalmanın birbirine paralel seyrettiği saptanmıştır (Tablo 4.21). Buna göre, kondil açısı azaldıkça, Go-Pog'daki artış miktarı da azalmaktadır. Bu ilişki, çeneliğin etkisi ile kondil açısı azalırken, çenelikten beklediğimiz bir diğer etki olarak mandibuler sagittal gelişimin inhibisyonunun da aynı zamanda gerçekleştiğini göstermektedir. Kontrol grubunda ise böyle bir etki gözlenmemiştir (Tablo 4.22). Bu da, çeneliğin mandibuler gelişimin paternini ve/veya miktarını etkilediği şeklinde speküle edilebilir.

Diskin fossa içerisinde mandibula kondiline göre gerek spontan gelişimle gerekse çenelik tedavisi sonucunda gösterdiği konum değişiklikleri genellikle incelenen sefalometrik değişiklikler ile ilişkili bulunmamıştır. Ancak Alfa açısının yanısıra, anterior açıda görülen değişiklikler de yine sadece tedavi grubunda, bu kez overjet ölçümü ile pozitif yönde ilişkilidir. Bunun nedeni, diskin anterior bandına yapışan lateral pterygoid kasın superior bölümünde, çenelik uygulamasına bağlı olarak oluşan gerilim olabilir. Yapılan hayvan deneylerinde, lateral pterygoid kasın aktivitesinde çenelik tedavisi ile bir artış olduğu gösterilmiştir (Janzen ve Bluher, 1965; Joho, 1973; Petrovic ve ark., 1975; de Alba ve ark., 1976; Asano, 1986). Bu ilişki incelendiğinde, tedavi ile anterior açıdaki değişiklik istatistik olarak önemli olmasa da azalma yönündedir. Ancak bu değişiklik adeta diskin posterior deplasmanına işaret etmektedir. Oysa posterior ve medial açılardaki değişiklikler ile birlikte değerlendirildiğinde, diskin posteriora doğru değil; aksine anteriora deplase olduğu gözlenmektedir. İlk bakışta çelişki gibi görünen bu durum; disk morfolojisindeki değişiklik ve bunun yanında kondilin fovea içerisindeki konumunun tedaviye rağmen stabil kaldığını bildiren bulgular (K.G.F.K.) ile



birlikte değerlendirildiği zaman bir anlam taşımaktadır. Çalışmamızda, disk konumunun, tedavi sonrasında % 60 oranında B bölgesinde konumlanması ve % 93.3 bikonkav şekle sahip olması, çenelik tedavisi ile overjetin elimine edilmesine ek olarak, disk konumunun da olumsuz yönde etkilenmediğini göstermektedir.

Disk ile kondil arasında olması gereken biyomekanik uyumun, çenelik kuvveti ile bozularak, TMD'na neden olup olmadığı konusunda bazı endişeler bulunmaktadır (Graber ve Swain, 1975; Wyatt, 1987; Okeson, 1989). Ancak deneysel çalışmalarda, çenelik uygulamasını takiben, diskin posterior bandında bir koruyucu mekanizma olarak kalınlaşma olduğu; bunun fizyolojik olmayan herhangi bir kuvvete karşı TME'i korumak amacıyla meydana geldiği; buna karşın, bölgedeki anatomik yapılar arasındaki dengeyi devam ettirmek için lateral pterygoid kasta da hipertrofi oluştuğu gösterilmiştir. Bu olaylar zinciri sonucunda kondil fossa içerisinde hassas bölge olan retrodiskal bölgeye dayanmadığı için, bu bölgenin beslenmesinin bozulduğuna delalet edecek herhangi bir enflamatuvar bulguya rastlanmamış; kondilin posterior yüzeyi ile postglenoid prosesin anterior yüzeyi arasındaki mesafenin de uygun bir şekilde devam ettirildiği saptanmıştır (Janzen ve Bluher, 1965).

Uygulanan ortognatik retraktif kuvvetler, kondil ile disk arasında anormal pozisyonel ilişki oluşturacak şiddet ve yönde ise, mandibula kondilinde pozisyonel; diskte ise biyomekanik ve pozisyonel değişiklik yaratarak, TME internal düzensizliğine yol açabilir. Ancak, çenelik ile verilen maksimum stres düzeyinin, ısırma ve çiğneme gibi normal çene fonksiyonları sırasında oluşturulan streslerden daha küçük olduğu hatırlatılır ise, bu durumun vurgulanan neden-sonuç ilişkisini biraz daha esnekletirebileceği düşünülmektedir (Boyd ve ark., 1990). Bu nedenle, TME komponentleri arasındaki anatomik ve fizyolojik ilişki devam ettirilerek stres uygulandığında, çenelik tedavisinin bölgeye zarar vermeyeceği söylenebilir.

TME bölgesinde biyomekanik dengeyi bozmaksızın mandibula ve kondilde optimal değişiklik oluşturmak için, çenelik yönünün, kondil-çene ucu hattı boyunca ve bu hattın biraz üzerinde ayarlanması gerektiği belirtilmiştir (Tanne ve ark., 1996).

Sonuç olarak, tedaviye en uygun büyüme zamanında başlanması, kuvvet şiddetinin en ideal biyolojik sınırlarda verilmesi ve değişiklik beklenen hedef bölgeye uygun stresleri yansıtacak en dengeli uygulama yönünün seçilmesi, kuvvete maruz kalan bölgedeki komponentler arasında adaptasyon anlamına gelen morfolojik ve pozisyonel değişiklikler yaratarak, yeni bir fonksiyonel uyum sağlanmasına olanak tanır. Bundan başka, bireysel cevap ve bölgede bulunan her bir elemanın tepkisel ya da adaptasyonel nöromusküler cevabı, bu morfolojik ve pozisyonel değişikliklerin, yeni fonksiyonel dengeler kurulmasında ya da mevcut dengeli veya dengesiz uyumu da bozarak disfonksiyonel bir tablo oluşturulmasında, önemli bir etken olduğunu, bir kere daha altını çizerek vurgulamakta fayda vardır.

## SONUÇ

Genel tıp dallarında olduğu gibi ortodontide de, düzensizliklerin iyileştirilmesi sırasında çevre dokulara zarar vermemek veya muhtemel biyolojik zararları kontrol altına almak amaçlanmaktadır.

İskeletsel Klas III malokluzyonun tedavisi sırasında kondil gibi eksternal etkilere duyarlı bir yapının varlığı, anomali şiddetli boyutlara ulaşmadan müdahale imkanı verdiğiinden, büyük bir şanstır.

Bu çalışmada, uygun zamanda, uygun şiddet ve yönde uygulanan çeneliğin TME'de internal düzensizliğe yol açacak bir etki yaratmadığı gösterilmiştir. Bu sonuca; çenelik ile dentofasiyal yapıda meydana gelen değişiklikler sefalometrik olarak değerlendirilirken, TME'de meydana gelen değişikliklerin MRG yöntemi kullanılarak incelenmesi ile ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar şöyle özetlenebilir:

- 1) İskeleto-dentoalveoler yapı ve yumuşak dokularda iyileşme sağlanmıştır.
- 2) Mandibuler büyüme kontrol altına alınmıştır.
- 3) Tedaviye bağlı olarak maksillanın sagittal olarak büyümesi sitümüle edilmiştir.
- 4) Bu her üç yapıda sağlanan iyileşme; alt çenenin gelişimi kontrol altında tutulurken, üst çenenin ileri yönde gelişim göstermesi ile gerçekleşmiştir.
- 5) Çenelik uygulaması ile kondilin glenoid fossadaki konumunda bir değişiklik oluşmamış; ancak kondiler açılanmada (Alfa açısı) azalma meyli saptanmıştır. Bu durumun, mandibulada çenelik tedavisine bağlı bir konumlanmaya yol açtığı düşünülmektedir.

6) Tedavi sonrasında, diskin kondile göre konumunda disfonksiyonel bir değişim saptanmamıştır.

7) Tedavi sonrasında diskte, olumsuz stres altında kalmanın belirtisi olan, herhangi bir şekil değişikliğine rastlanmamıştır.



## ÖZET

**İskeletsel Klas III Düzensizliğin Çenelik ile Tedavisi Sonrasında Temporomandibuler Eklem Bölgesinde ve Kraniyofasiyal Yapıda Meydana Gelen Değişikliklerin Manyetik Rezonans Görüntüleme Yöntemi ve Lateral Sefalogramlar ile İncelenmesi.**

Araştırmamızın amacı;

- 1) Çenelik uygulanan bireylerde kondil-disk-glenoid fossa üçlünün birbirine göre morfolojik ve pozisyonel ilişkisinde meydana gelen değişiklikleri kontrol grubu ile karşılaştırmalı olarak, Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) yöntemi ile incelemek,
- 2) Lateral Sefalogramlar ile çeneliğin iskeleto-dental yapı üzerindeki etkilerini saptamak,
- 3) Çenelik tedavisinin, iskeleto-dental yapı ile temporomandibuler eklem bölgesinde oluşturduğu etkileri birbirine göre değerlendirmektir.

Araştırmamızda, iskeletsel ve dişsel Klas I düzensizliği olan 10 birey kontrol grubunu ve iskeletsel ve dişsel Klas III düzensizliğe sahip olan 15 birey tedavi grubunu oluşturmuştur. Araştırmanın materyali uygulama öncesi ve sonrası dönemlerde bu bireylerden elde edilen lateral sefalogram, el-bilek filmi ve MRG'sünden ibarettir. Uygulama grupları oluşturulurken, tüm bireylerin prepubertal büyüme atılımında olmasına dikkat edilmiştir. Sefalogramlar üzerinde iskelet, dentoalveoler ve yumuşak doku ölçümleri yapılırken, MRG üzerinde de kondil konumu ve diskin konumu, şekli ve morfolojisi ile ilgili açısal ve oransal ölçümler yapılmıştır.

Bulgularımız, prepubertal dönemde çenelik tedavisi ile, tedavi grubunda maksiller büyümenin sitümle edildiğini, mandibuler büyümenin sınırlandığını, kondilde konum değişikliği olmazken, büyüme yönünün değiştiğini, diskin kondile göre konumunda ve şeklinde olumsuz bir değişiklik olmadığını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çenelik, İskeleto-dental yapı, Klas III malokluzyon, MRG, TME.

## **SUMMARY**

**The Evaluation of The Changes at The Temporomandibular Joint Region and The Craniofacial Structure After The Treatment of Skeletal Class III Discrepancy Using Chin Cup By Means of Magnetic Resonance Imaging and Lateral Cephalometric Films.**

The aim of this study is to:

- 1) Examine the changes of the morphologic and positional relationships of the condyle-disc-glenoid fossa triple according to each other comparatively to the control group by using the MRI method,
- 2) Establish the effects of chin cup on the skeleto-dental structure by lateral cephalograms,
- 3) Evaluate the effects of chin cup on the skeleto-dental structure and the TMJ region.

In our study the control group consists of 10 individuals having skeletal and dental Class I discrepancy and the treatment group includes 15 individuals who have skeletal and dental Class III discrepancy. The material of this study consists of the lateral cephalograms, hand-wrist films and MRI's of these individuals taken before and after the application. When the application groups were being constructed it was taken into consideration that all the individuals are in the prepubertal growth period. On the cephalograms skeletal, dentoalveolar and soft tissue measurements; and on the MRI's angular and proportional measurements about the position of the condyle and the position, shape and morphology of the disc.

Our results have shown that, by chin cup therapy at the prepubertal period, in the treatment group maxillary growth has been stimulated, mandibular growth has been restricted and while there is no positional change, the growth direction of the condyle has changed and there is no negative change of the position and shape of the disc according to the condyle.

**Key Words:** Chin cup, Class III malocclusion, MRI, Skeleto-dental Structure, TMJ.

## KAYNAKLAR

- ALEXANDER, S. R., MOORE, R. N., DOBOIS, L. M. (1993). Mandibular condyle position: Comparison of articulator mountings and magnetic resonance imaging. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 104: 230-9.
- ALLEN, A. R., CONOLLY, I. H., RICHARDSON, A. (1993). Early treatment of Class III incisor relationship using the chin cap appliance. *Eur J Orthod.* 15:371-376.
- ARAT, M., KÖKLÜ, A., ÖZDİLER, E., RÜBENDÜZ, M., ERDOĞAN, B. (1997). Kraniyofasiyal ve dentoalveoler yapılarıdaki gelişimin iskelet olgunluk kriterleri dikkate alınarak incelenmesi. *Türk Ortodonti Dergisi.* 10 (1): 1-10.
- ARAT, M., İŞERİ, H., ÖZDİLER, E., GÜRBÜZ, F. (1988). Zeitfaktor bei funktioneller behandlung der skelettalen klasse II. *Inf. Orthod. u. Kieferorthop.* 20: 363-376.
- ARTUN, J., HOLLENDER, L. G., TRUELOVE, E. L. (1992). Relationship between orthodontic treatment, condylar position and internal derangement in the temporomandibular joint. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 101: 48-53.
- ASANO, T. (1986). The effect of mandibular retractive force on the growing rat mandible. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 90. 464-474.
- BAUME, L. J. (1961). Is the condylar growth center responsive to orthodontic therapy? *O.S.,O.M. & O.P.* 14(3): 347-62.
- BJÖRK, A. (1963). Variation in the growth pattern of the human mandible: Longitudinal radiographic study by the implant method. *J. Den. Res.* 42: 400-11.
- BJÖRK, A. (1969). The use of metallic implants in the study of facial growth in children: Method and application. *Am. J. Pys. Anthropol.* 29: 243-254.
- BJÖRK, A., SKIELLER, V. (1972). Facial development and tooth eruption: Implant study at the age of puberty. *Am J Orthod.* 62: 339-83.
- BJÖRK, A., SKIELLER, V. (1983). Normal and abnormal growth of the mandible: A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *Eur J Orthod.* 5: 1-46.
- BOYD, R. L., GIBBS, C. H., MAHAN, P. E., RICHMOND, A. F., LASKIN, J. L. (1990). Temporomandibular joint forces measured at the condyle of *Macaca aritoides*. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 97: 472-9.
- BUSCHANG, P. H., LA PALME, L., TANGUAY, R., DEMIJIAN, A. (1986). The technical reliability of superimposition on cranial base and mandibular structures. *Eur J Orthod.* 8: 152-156.
- CARANO, A., SICILIANI, G. (1996). Effects of continuous and intermittent forces on the human fibroblast in vitro. *Eur J Orthod.* 18: 19-26.
- CHARNLEY, J. (1955). The "Slipperriness" of Articulate cartilage. In proceeding of The British Orthopedic Association. *Journal Bone and Joint Surgery.* 37-B: 164.
- CHRISTIANSEN, E. L., MOORE, R. J., THOMPSON, J. R., HASSO, A. N., HINSHAW, JR., D. B. (1987). Radiation Dose in radiography, CT, and Arthrography of the temporomandibular Joint. *AJNR.* 148: 107-109.
- COHLMIA, T. J., GHOSH, J., SINHA, K. P., NANDA, S. R., CURRIER, G. F. (1996). Tomographic assessment of temporomandibular joints in patients with malocclusion. *The Angle Orthod.* 66 (1): 27-36.
- COPRAY, J. C. M., JANSEN, H. W. B., DUTERLOO, H. S. (1983). Growth of the mandibular condylar cartilage of the rat in serum-free organ culture. *Archs Oral Biol.* 28 (10): 967-974.
- COPRAY, J. C. M., JANSEN, H. W. B., DUTERLOO, H. S. (1985a). An in-vitro system for studying the effect of variable compressive forces on the mandibular condylar cartilage of the rat. *Archs Oral Biol.* 30 (4): 305-311.



- COPRAY, J. C. M., JANSEN, H. W. B., DUTERLOO, H. S. (1985b). Cyclic nucleotides and growth regulation of the mandibular condylar cartilage of the rat in vitro. *Archs Oral Biol.* 30 (10): 749-752.
- COPRAY, J. C. M., JANSEN, H. W. B., DUTERLOO, H. S. (1985c). Effect of compressive forces on phosphatase activity in mandibular condylar cartilage of the rat in vitro. *J. Anat.* 140 (3): 479-489.
- COPRAY, J. C. M., JANSEN, H. W. B., DUTERLOO, H. S. (1985d). Effects of compressive forces on proliferation and matrix synthesis in mandibular condylar cartilage of the rat in vitro. *Archs Oral Biol.* 30 (4): 299-304.
- CROWLEY, C., WILKINSON, T., PIEHSLINGER, E., WILSON, D., CZERNY, C. (1996). Correlation between anatomic and MRI sections of human cadaver temporomandibular joints in the coronal and sagittal planes. *Journal of Orofacial Pain.* 10 (3): 199-215.
- DAWSON, P. E. (1989). *Diagnosis and treatment of occlusal problem.* C. V. Mosby Company, Missouri.
- DE ALBA, A. J., CHACONAS, S. J., CAPUTA, A. A. (1976). Orthopedic effect of the extraoral chin cup appliance on the mandible. *Am J Orthod.* 69 (1): 29-41.
- DIBBETS, J. M. H., VAN DER WEELE, L. TH. (1987). Orthodontic treatment in relation to symptoms attributed to dysfunction of the temporomandibular joint. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 91:193-9.
- DIBBETS, J. M. H., VAN DER WEELE, L. TH. (1991a). Extraction, orthodontic treatment, and craniomandibular dysfunction. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 99: 210-9.
- DIBBETS, J. M. H., VAN DER WEELE, L. TH. (1991b). Flattened condylar projection in children: Reflection of seasonal growth ?. *Eur J Orthod.* 13: 161-165.
- DIXON, D. C. (1991). Diagnosing Imaging of the Temporomandibular Joint. *Dental Clinics of North America.* 35 (1): 53-73.
- DRACE, E. J., YOUNG, W. S., ENZMANN, R. D. (1990). TMJ Meniscus and Bilaminar Zone: MR Imaging of the Substructure - Diagnostic Landmarks and Pitfalls of Interpretation. *Radiology.* 177: 73-76.
- DRACE, J. E., ENZMANN, D. R. (1990). Defining the Normal Temporomandibular Joint: Closed-, Partially Open-, and Open- Mouth MR Imaging of Asymptomatic Subjects. *Radiology.* 177: 67-71.
- EDELMAN, R. R., HESSELINK, J. R. (1990). *Clinical Magnetic Resonance Imaging.* W. B. Saunders Company, Philadelphia, PA.
- EGEMARK-ERIKSSON, I., CARLSSON, G. E., MAGNUSSON, T., THILANDER, B. (1990). A Longitudinal study on malocclusion in relation to sign and symptoms of craniomandibular disorders in children and adolescent. *Eur J Orthod.* 12: 399-407.
- ELDER, J. R., TUENGE, R. J. (1997). Cephalometric and histologic changes produced by extraoral high pull traction to the maxilla of Macaca Mulatta. *Am J Orthod.* 66: 599-617.
- FREEMAN, R. (1981). Adjusting ANB angles to reflect the effect of maxillary position. *The Angle Orthod.* 51 (2): 162-171.
- GAVAKOS, K., WITT, E. (1991). The functional status of orthodontically treated prognathic patients. *Eur J Orthod.* 13: 124-128.
- GHAFARI, J., ENGEL, F. E., LASTER, L. L. (1987). Cephalometric superimposition on the cranial base: A review and comparison of four methods. *Am J Orthod.* 91: 403-413.
- GIANELLY, A. A., ANDERSON, C. K., BOFFA, J. (1991a). Longitudinal evaluation of condylar position in extraction and nonextraction treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 100: 416-20.
- GIANELLY, A. A., COZZANI, M., BOFFA, J. (1991b). Condylar position and maxillary first premolar extraction. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 99: 473-6.
- GIANELLY, A. A., HUGHES, H. M., WOHLGEMUTH, P., GILDEA, G. (1988). Condylar position and extraction treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 93: 201-5.
- GIANELLY, A. A., PETRAS, J. C., BOFFA, J. (1989). Condylar position and Class II deep-bite, no-overjet malocclusions. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 96: 428-32.
- GRABER, T. M., SWAIN, B. F. (1975). *Current Orthodontic concept and techniques.* Volume I. s.:393-402. Second Edition. W. B. Saunders Company.

- GRABER, W. L. (1977). Chin cup therapy for mandibular prognathism. *Am J Orthod.* 22 (1): 23-41.
- GRAVE, K. C., BROWN, T. (1976). Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod.* 69 (6): 611-619.
- GREENBERG, S. A., JACOBS, J. S., BESSETTE, R. W. (1989). Temporomandibular Joint Dysfunction: Evaluation and treatment. *Clinics in Plastic Surgery.* 16 (4): 707-724.
- GREULICH, W. W., PYLE, S. I. (1959). Radiographic Atlas of skeletal development of the hand and wrist. 2<sup>nd</sup> ed. Stanford. University Press, Stanford, California.
- GUYER, E. C., ELLIS, E. E., MCNAMARA, J. A., BEHRENTS, R.G. (1986). Components of Class III Malocclusions in Juveniles and Adolescent. *The Angle Orthod.* (2): 7-30.
- HARMS, S. E., WILK, R. M., WOLFORD, L. M., CHILES, D. G., MILAM, S. B. (1985). The temporomandibular joint: Magnetic Resonance Imaging Using Surface Coil. *Radiology.* 157: 133-136.
- HELMS, A. C., KABAN, B. L., MCNEIL, C., DODSON, T. (1989). Temporomandibular joint: Morphology and Signal Intensity Characteristics of the Disk at MR Imaging. *Radiology.* 172: 817-820.
- HELMS, C. A., KAPLAN, P. (1990). Diagnosing Imaging of the Temporomandibular Joint: Recommendations for use of the various techniques. *AJR.* 154: 319-322.
- HENDRICK, E. R. (1993). MRI. Principles and artifacts. Raven press. New York
- HIROSHI, M., TOSHIO, D. (1996). Morphologic adaptation of temporomandibular joint after chin cup therapy. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 110: 541-6.
- HOUSTON, W. J. B. (1980). Relationships between skeletal maturity estimated from hand-wrist radiographs and the timing of the adolescent growth spurt. *Eur J Orthod.* 2: 81-93.
- HOUSTON, W. J. B., LEE, R. T. (1985). Accuracy of different methods of radiographic superimposition on cranial base structures. *Eur J Orthod.* 7: 127-135.
- HUSSEL, W., NANDA, R. (1984). Analysis of factors effecting angle ANB. *Am J Orthod.* 85: 411-423.
- JACOBSON, A. (1975). The "Wits" appraisal. *Am J Orthod.* 67: 125-137.
- JACOBSON, A. (1976). Application of "Wits" appraisal. *Am J Orthod.* 70: 179-198.
- JANZEN, E. K., BLUHER, J. A. (1965). The cephalometric, anatomic and histologic changes in *Macaca mulatta* after application of a continuous-acting retraction force on the mandible. *Am J Orthod.* 51 (11): 823-855.
- JOHO, J.-P. (1973). The effects of extraoral low-pull traction to the mandibular dentition of *Macaca mulatta*. *Am. J. Orthod.* 64 (6): 555-577.
- KANTOMAA, T., HALL, B. K. (1988). Mechanism of adaptation in the mandibular condyle of the Mouse. An Organ Culture Study. *Acta Anat.* 132: 114-118.
- KAPLAN, A. P., TU, H. K., WILLIAMS, M. S., LYDIATT, D. D. (1987). The normal temporomandibular joint: MR and arthrographic correlation. *Radiology.* 165: 177-178.
- KARPAC, J. R., PANDIS, N., WILLIAMS, B. (1992). Comparison of four different methods of evaluation on axially corrected tomograms of the condyle/fossa relationship. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 68: 532-6.
- KATZBERG, R. W., BESSETTE, R. W., TALLENTS, R. H., PLEUES, D. B., MANZIONE, J. V., SCHENCK, J. F., FOSTER, T. H., HART, H. R. (1986). Normal and abnormal temporomandibular joint: MR Imaging with Surface coil. *Radiology.* 158: 183-189.
- KATZBERG, R. W., WESTESSON, P.-L., TALLENTS, R. H., ANDERSON, R., KURITA, K., MANZIONE, J. V., TOTTERMAN, S. (1988). Temporomandibular joint: MR assessment of Rotational and Sideways Disk displacements. *Radiology.* 169: 741-748.
- KATZBERG, R. W., WESTESSON, P.-L., TALLENTS, R. H., DRAKE, C. M. (1996a). Orthodontics and temporomandibular joint internal derangement. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 109: 515-20.
- KATZBERG, R. W., WESTESSON, P.-L., TALLENTS, R. H., DRAKE, C. M. (1996b). Orthodontics and temporomandibular joint internal derangement. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 109: 515-20.
- KATZBERG, W. R. (1989). Temporomandibular Joint Imaging. *Radiology.* 170: 297-307.

- KATZBERG, W. R., SCHENCK, J., ROBERTS, D., TALLENTS, H. R., MANZIONE, V. J., HART, R. H., FOSTER, H. T., WAYNE, S. W. (1985). Magnetic Resonance Imaging of The temporomandibular joint meniscus. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 59: 332-335.
- KEß, K., BAKOPULOS, K., WITT, E. (1991). TMJ function with and without orthodontic treatment. *Eur J Orthod.* 13: 192-196.
- KIRK, W. (1989). Diagnosing disk dysfunction and tissue changes in the temporomandibular joint with magnetic resonance imaging. *JADA.* 119: 527-530.
- LAURELL, K. A., TOOTLE, R., CUNNINGHAM, R., BELTRAN, J., SIMON, D. (1987). Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint. Part III.: Use of a cephalostat for clinical imaging. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 58 (3): 355-359.
- LUDER, H. U. (1986). Facial pattern and anterior apical base. *The Angle Orthod.* 56: 58-66.
- MANZIONE, J. V., KATZBERG, R. W., TALLENTS, R. H., BESSETTE, R. W., SANCHEZ-WOODWORTH, R. E., COHEN, B. D., MACHER, D. (1986). Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint. *JADA.* 113: 398-402.
- MARCOTTE, M. R. (1981). Head Posture and Dentofacial Proportions. *The Angle Orthod.* 51 (3): 208-213.
- MCNAMARA, JR., CONNELLY, T. G., MCBRIDGE, M. C. (1975). Histological studies of temporomandibular joint adaptations. In: *Determinants of mandibular Form and Growth.* J. A. McNamara, Jr. (ed.), Monograph Number 4, Craniofacial Growth series, Center for Human Growth and Development, The University of Michigan, Ann Arbor, 209-227.
- MITANI, H. (1981). Prepubertal growth of mandibular prognathism. *Am J Orthod.* 80 (5): 546-553.
- MITANI, H., FUKAZAWA, H. (1986). Effects of chin cap force on the timing and amount of mandibular growth associated with anterior reversed occlusion (Class III malocclusion) during puberty. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 90: 454-463.
- MITANI, H., SAKAMOTO, T. (1984). Chin Cap Force to a Growing Mandible. Long-term clinical reports. *The Angle Orthod.* 54(2): 93-122.
- MOFFET, B. C., JOHNSON, L. C., MCCABE, J. B., ASKEW, H. C. (1965). Articular remodelling in the Adult human temporomandibular joint. *Am. J. Anat.* 115: 119-142.
- MONGINI, F. (1984). Abnormalities in condylar position. In: *Solberg, W. K., Clark, G. T. excessive daytime sleepiness. Abnormal jaw mechanics diagnosis and treatment.* Chicago: Quintessence Publishing Company.
- MURAKAMI, S., TAKAHASHI, A., NISHIYAMA, H., FUJISHITA, M., FUCHIHATA, H. (1993). Magnetic Resonance evaluation of the temporomandibular joint disc position and configuration. *Dentomaxillofac. Radiol.* 22: 205-207.
- ODAR, I. V. (1986). *Anatomi. Birinci cilt. s.: 23-38.*
- OKESON, J. P. (1989). *Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion.* Mosby Company.
- OLSSON, M., LINDQVIST, B. (1992). Mandibular function before orthodontic treatment. *Eur J Orthod.* 14: 61-68.
- ORLIAGUET, T., DECHELOTTE, P., SCHEYE, T., VANNEUVILLE, G. (1993). The relationship between Meckel's cartilage and the development of the human fetal mandible. *Surg Radiol Anat.* 15: 113-118.
- PANCHERZ, H., HANSEN, K. (1984). The nasion-sella reference line in cephalometry: A methodological study. *Am J Orthod.* 86: 427-434.
- PANDIS, N., KARPAC, J., TREVINO, R., WILLIAMS, B. (1991). A radiographic study of condyle position at various depths of cut in dry skulls with axially corrected lateral tomograms. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 100: 116-22.
- PAYNE, M., NAKIELNY, R. A. (1996). Temporomandibular Joint Imaging. *Clinical Radiology.* 51: 1-10.
- PETROVIC, A. G., STUTZMANN, J. J., OUDET, C. L. (1975). Control Processes in the Postnatal Growth of the Condylar Cartilage of the Mandible. Monograph, Number 4. Craniofacial Growth and Development. The University of Michigan, Ann Arbor. Michigan. s.: 101-119.

- PULLINGER, A. G., SOLBERG, W. K., HOLLENDER, L., PETERSSON, A. (1987). Relationship of mandibular condylar position to dental occlusion factors in an asymptomatic population. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 91: 200-6.
- PULLINGER, G. A., HOLLENDER, L. (1986). Variation in condyle-fossa relationships according to different methods of evaluation in tomograms. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 62: 719-727.
- PULLINGER, G. A., HOLLENDER, L., SOLBERG, K. W., PETERSSON, A. (1985). A tomographic study of mandibular condyle position in an asymptomatic population. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 53 (5): 706-713.
- PULLINGER, G. A., SOLBERG, K. W., HOLLENDER, L., GUICHET, D. (1986). Tomographic analysis of mandibular condyle position in diagnostic subgroups of temporomandibular disorders. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 55 (6): 723-728.
- RENDELL, J. K., NORTON, L. A., GAY, T. (1992). Orthodontic treatment and temporomandibular joint disorder. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 101: 84-7.
- RIOLO, M. L., BRANDT, D., TENHAVE, T. R. (1987). Associations between occlusal characteristics and sign and symptoms of TMJ dysfunction in children and young adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 92: 467-77.
- RITUCCI, R., NANDA, R. (1986). The effect of chin cup therapy on the growth and development of the cranial base and midface. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 90: 475-483.
- RUNGE, M. E., SADOWSKY, C., SAKOLS, E. I., BEGOLE, E. A. (1989). The relationship between temporomandibular joint sound and malocclusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 96: 36-42.
- SADOWSKY, C., THEISEN, T. A., SAKOLS, E. I. (1991). Orthodontic treatment and temporomandibular joint sound - A longitudinal study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 99: 441-7.
- SAKAMOTO, T. (1981). Effective timing for the application of orthopedic force in the skeletal Class III malocclusion. *Am. J. Orthod.* 80 (4): 411-416.
- SAKAMOTO, T., IWASE, I., UKA, A., NAKAMURA, S. (1984). A roentgenocephalometric study of skeletal changes during and after chin cup treatment. *Am J Orthod.* 85 (4): 341-350.
- SALTER, R. B., FIELD, P. (1960). The effects of continuous compression on living articular cartilage. *The Journal of Bone and Joint surgery.* 42-A (1): 31-49.
- SANCHEZ-WOODWORTH, E. R., TALLENT, H. R., KATZBERG, W. R., GUAY, J. A. (1988). Bilateral internal derangements of temporomandibular joint: Evaluation by magnetic resonance imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 65. 281-5.
- SINGER, J. (1980). Physiologic timing of orthodontic treatment. *The Angle Orthod.* 50: 322-333.
- STARK, D. D., BRADLEY, W. G. (1992). *Magnetic Resonance Imaging. Volume I. Second edition.* Mosby year Book.
- STEUER, I. (1972). The cranial base for superimposition of lateral cephalometric radiographs. *Am J Orthod.* 61: 493-500.
- STÖCKLI, P. W., WILLERT, H. G. (1971). Tissue reaction in the temporomandibular joint resulting from anterior displacement of the mandible in the monkey. *Am J Orthod.* 60 (2): 142-155.
- SUGAWARA, J., ASANO, T., ENDO, N., MITANI, H. (1990). Long-term effects of chin cap therapy on skeletal profile in mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 98: 127-33.
- TALASS, M. F., TALASS, L., BAKER, R. C. (1987). Soft tissue profile changes resulting from retracting of maxillary incisors. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 91: 385-94.
- TANNE, K., CIEH-LI LU, Y., TANAKA, E., SAKUDA, M. (1993). Biomechanical changes of the mandible from orthopedic chin cup force studied in a three-dimensional finite element model. *Eur J Orthod.* 15: 527-533.
- TANNE, K., TANAKA, E., SAKUDA, M. (1996). Stress distribution in the temporomandibular joint produced by orthopedic chincup forces applied in varying directions: A three-dimensional analytic approach with the finite element method. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 110: 502-7.

- TAYLOR, C. (1969). Changes in the relationship of nasion, point A, and B and the effect upon ANB. *Am J Orthod.* 56: 143-163.
- TOLLARO, I., BACETTI, T., FRANCHI, L. (1996). Craniofacial changes induced by early functional treatment of Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 109: 310-8.
- TUOMINEN, M., KANTOMAA, T., PIRTINIEMI, P., POIKELE, A. (1996). Growth and type II collagen expression in the glenoid fossa of the temporomandibular joint during altered loading: A study in the rat. *Eur J Orthod.* 18: 3-9.
- ÜNER, O., YÜKSEL, S., ÜÇÜNCÜ, N. (1995). Long-term evaluation after chin cap treatment. *Eur J Orthod.* 17: 135-141.
- UZEL, İ., ENACAR, A. (1984). Ortodontide Sefalometri.
- WENDELL, P. D., NANDA, R. (1985). The effects of chin cup therapy on the mandible: A longitudinal study. *Am J Orthod.* 87 (4): 265-274.
- WESTESSON, P.-L., KATZBERG, W. R., TALLENTS, H. R., SANCHEZ-WOODWORTH, E. R., SVENSSON, S. A., ESPELAND, A. M. (1987). Temporomandibular joint: Comparison of MR Images with Cryosectional Anatomy. *Radiology.* 164: 59-64.
- WESTESSON, P.-L., BIFANO, J. A., TALLENTS, R. H., HALATA, M. P. (1991). Increased horizontal angle of the mandibular condyle in abnormal temporomandibular joints. (A magnetic resonance imaging study). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 72: 359-63.
- WESTESSON, P.-L., BRONSTEIN, S., L., LIEBERG, J. (1986). Temporomandibular Joint: Correlation between single-contrast Videoarthrography and postmortem Morphology. *Radiology.* 160. 767-771.
- WESTESSON, P.-L., ROHLIN, M. (1984). Diagnostic accuracy of double-contrast Artrotomography of the temporomandibular joint; correlation with postmortem morphology. *AJNR.* 5: 463-468.
- WILLIAM, P. L., WARWICK, R., DYSON, M., BANNISTER, L. H. (1989). *Gray's Anatomy. Thirty-seventh Edition.* Longman Group UK Limited. s.: 485-489.
- WISTH, P. J. (1984). Mandibular function and dysfunction in patients with mandibular prognathism. *Am J Orthod.* 85 (3): 193-198.
- WITZIG, J. W., SPAHL, T. J. (1991). *The Clinical Management of Basic Maxillofacial Orthopedic Appliances. Volume III. Temporomandibular Joint.* s.: 27-73. Mosby-Year book, Inc. 11830 Westline Industrial Drive St Louis, MO 63146.
- WYATT, W. E. (1987). Preventing adverse effects on the temporomandibular joint through orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 91 (6): 493-499.