

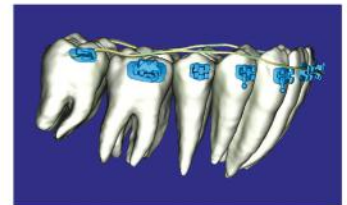
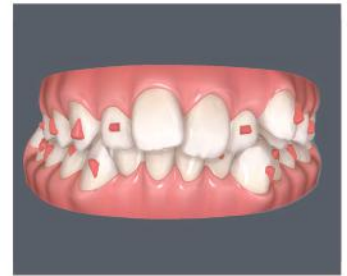
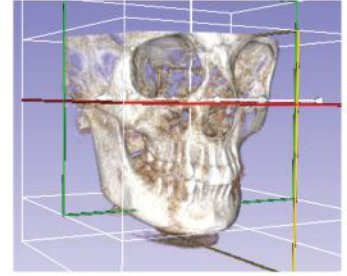
ORTODONTİ

Güncel Prensipler ve Teknikler

Yedinci Baskı

GRABER | VIG | HUANG | FLEMING

ÇEVİRİ EDITÖRÜ: BENGİSU AKARSU GÜVEN



GÜNEŞ TIP
KITABEVLERİ

ORTODONTİ

Güncel Prensipler ve Teknikler

Yedinci Baskı



Lee W. Graber, DDS, MS, PhD



Greg J. Huang, DMD, MSD, MPH



Katherine W.L. Vig, BDS, MS, D Orth, FDS RCS



**Padhraig S. Fleming, BDent Sc (Hons), MSc, PhD,
FDS (Orth) RCS**

ORTODONTİ

Güncel Prensipler ve Teknikler

Yedinci Baskı

Lee W. Graber, DDS, MS, MS, PhD

Secretary General, World Federation of Orthodontists
Past President, American Association of Orthodontists
Past President, World Federation of Orthodontists
Private Practice, Glenview and Vernon Hills, Illinois

Katherine W.L. Vig, BDS, MS, D Orth, FDS RCS

Professor Emeritus, Orthodontics
The Ohio State University College of Dentistry
Columbus, Ohio
Senior Lecturer, Developmental Biology, Orthodontics
Harvard School of Dental Medicine
Boston, Massachusetts

Greg J. Huang, DMD, MSD, MPH

Professor and Chair
Department of Orthodontics
School of Dentistry
University of Washington
Seattle, Washington

**Padhraig S. Fleming, BDent Sc (Hons), MSc, PhD,
FDS (Orth) RCS**

Professor of Orthodontics
Dublin Dental University Hospital, Trinity College Dublin
Dublin, Ireland

Çeviri Editörü:

Prof. Dr. Bengisu Akarsu Güven

Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı



GÜNEŞ TIP
KİTABEVLERİ

© 2026 Güneş Tıp Kitabevleri

Ortodonti Güncel Prensipler ve Teknikler, Yedinci Baskı

ISBN: ??

Türkçe 1. Baskı

5846 ve 2936 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri yasası gereği herhangi bir bölümü, resmi veya yazısı, yazarların ve yayıncısının yazılı izni alınmadan tekrarlanamaz, basılamaz, kopyası çıkarılamaz, fotokopisi alınamaz veya kopya anlamı taşıyabilecek elektronik ve mekanik hiçbir işlem yapılamaz.

Bu eserin Türkçe çevirisi, Lee W. Graber, Katherine W.L. Vig, Greg J. Huang and Padhraig S. Fleming tarafından kaleme alınan Orthodontics: Current Principles and Techniques, Seventh Edition adlı eserin Elsevier Inc. ile yapılan sözleşme doğrultusunda, Elsevier Ltd. tarafından yetkilendirilerek yayımlanmıştır. Bu çeviri, Güneş Tıp Kitabevi tarafından gerçekleştirilmiş olup, çeviriyle ilgili tüm sorumluluk yayınevine aittir.

ORTHODONTICS: CURRENT PRINCIPLES AND TECHNIQUES, SEVENTH EDITION

Copyright © 2022 by Elsevier, Ltd. All rights reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies.

ISBN: 978-0-323-77859-6

Publisher's note: Elsevier takes a neutral position with respect to territorial disputes or jurisdictional claims in its published content, including in maps and institutional affiliations.

This translated edition of the Orthodontics: Current Principles and Techniques, Seventh Edition, Edition by Lee W. Graber, Katherine W.L. Vig, Greg J. Huang and Padhraig S. Fleming is undertaken by Elsevier Limited and is published by arrangement with Elsevier Inc.

Çeviri Güneş Tıp Kitabevi'nin tek sorumluluğunda yapılmaktadır. Uygulayıcılar ve araştırmacıların, burada açıklanan her türlü bilgi, yöntem, bileşik veya deneyin değerlendirilmesinde ve kullanımında her zaman kendi deneyim ve bilgilerine dayanmaları gerekmektedir. Tıp bilimindeki hızlı gelişmeler nedeniyle, özellikle teşhis ve ilaç dozajlarının bağımsız olarak doğrulanması yapılmalıdır. Yasalar ölçüsünde Elsevier, yazarlar, editörler veya katkıda bulunanlar, tercümeden veya burada yer alan herhangi bir yöntem, ürün, talimat veya fikirlerin kullanımı veya işletilmesinden veya ürünlerin yükümlülüğü, ihmali veya başka bir sebeple kişilerde veya mülkte oluşabilecek herhangi bir yaralanma ve/veya zarardan ötürü sorumluluk kabul etmez.

Genel Yayın Yönetmeni: Murat Yılmaz

Genel Yayın Yönetmeni Yardımcısı: Polat Yılmaz

Yayın Danışmanı ve Tıbbi Koordinatör: Dr. Ufuk Akçıl

Yayın Hazırlama: Güneş Dizgi-Grafik Tasarım Birimi

Baskı: Vadi Grafik Tasarım ve Reklamcılık Limited Şirketi

İvedik Organize Sanayi Bölgesi, İvedik OSB, 1420. Cd. No: 54, 06378

Yenimahalle/Ankara

Telefon: (0312) 395 85 71-72

Sertifika No: 47479

GENEL DAĞITIM GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

ANKARA

M. Rauf İnan Sokak No: 3

06410 Sıhhiye / Ankara

Tel: (0312) 431 14 85 • 435 11 91-92

Faks: (0312) 435 84 23

İSTANBUL

Gazeteciler Sitesi Sağlam Fikir Sokak

No: 7 / 2 Esentepe / İstanbul

Tel: (0212) 356 87 43

KADIKÖY

Rasimpaşa Mah. İskele Sokak

No: 4 / A Kadıköy / İstanbul

Tel: (0216) 546 03 47

www.guneskitabevi.com



Hatırlamak ve Teşekkür Etmek İçin Hiçbir Zaman Geç Değildir

Ortodonti: Güncel Prensipler ve Teknikler kitabının bu yedinci baskısı, uzun yıllar kitabın ortak editörlüğünü üstlenen ve meslektaşları tarafından daha çok “Slick” olarak bilinen Robert L. Vanarsdall’a ithaf edilmiştir. Slick, bu kitabın altıncı baskısının yayımlanmasından kısa bir süre sonra aramızdan ayrılmış olsa da, hem bu baskının içeriği üzerindeki etkisi hem de ortodonti uzmanlık alanına katkıları bugün hâlâ güncelliğini korumaktadır Dr. Vanarsdall’ı tanıma fırsatı bulamamış olanlarla birlikte, onunla çalışmış ya da onu yakından tanıma ayrıcalığına sahip olanlara da, Slick’in kim olduğunu ve çok yönlü katkılarını aktarmak istiyoruz.

Robert Lee Vanarsdall, 1930 yılında, Virginia eyaletinin güneyinde yer alan küçük bir kasaba olan Crewe’da doğdu. Babasının adını taşıyan ve tarihi bir Güneyli ismine sahip olan Vanarsdall, çocukluk ve gençlik yıllarında dışa dönük kişiliği, zarafeti ve özenli giyimiyle dikkat çekti. “Slick” isminin, kıyafetlerini satın aldığı yerel bir giyim mağazası tarafından takıldığı, her zaman temiz giyimli ve şık olmaya çalıştığı ve akranları arasında moda öncüsü olduğu söyleniyordu. Tıpkı gelişen liderlik özellikleri gibi, bu isim zamanla onunla özdeşleşti.

Slick, William and Mary Kolejinden mezun oldu ve 1962 yılında üniversiteden tanıdığı Sandra Hoffman ile evlendi. Uluslararası seyahatlere olan ilgisi, 1962’de Amerika Birleşik Devletleri Donanması’na teğmen rütbesiyle katılmasıyla gelişti. Donanmadaki hizmetinden sonra diş hekimliği eğitimine döndü ve 1970 yılında Virginia Tıp Fakültesi’nden DDS derecesiyle mezun oldu; ancak uzmanlık yapmak istiyordu. Dr. Vanarsdall, Pennsylvania Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nde, o dönemde benzersiz bir program olan ortodonti ve periodontoloji uzmanlık eğitimini bir arada sunan uzmanlık eğitimine katıldı. Bu benzersiz program, yenilikçi eğitimci ve dekan Dr. Walter Cohen tarafından geliştirilmişti. Slick, daha sonra hem Periodontoloji hem de Ortodonti alanında kurul sertifikası aldı ve Amerikan Ortodonti Kurulu’nda hakem olarak görev yaptı.

Çift diş hekimliği uzmanlık eğitimini tamamladıktan sonra Slick, Penn Fakültesi’ne başlangıçta öğretim görevlisi olarak katıldı ve profesörlük kademelerine yükselirken, lisansüstü tek ve birleşik ortodonti ve periodontoloji uzmanlık programlarını daha da geliştirdi. Periodontoloji Anabilim Dalı’nın ve daha sonra Pedodonti Anabilim Dalı’nın başkanı oldu. Slick, yaklaşık 30 yıl boyunca Ortodonti Bölümü’nü yönetti ve 2011 yılına kadar bölüm başkanı olarak görev yaptı. Hayatının sonuna

kadar öğretmeye, hasta kabul etmeye ve uluslararası konuşmalar yapmaya devam etti.

44 yıllık akademik kariyeri boyunca, Dr. Vanarsdall 100’ün üzerinde bilimsel makale ve 12 kitap bölümüne imza attı. Birçok derginin editör kurulunda yer almış, 17 yıl boyunca *International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery* dergisinin baş editörlüğünü yapmıştır. 1994 yılında Slick, Mosby-Elsevier tarafından yayımlanan bu kitabın ikinci baskısında editör ve bölüm yazarı olarak Tom Graber’e katıldı. 2017’de yayınlanan altıncı baskıya kadar bu görevi sürdürdü (ilk kitap 1969’da W.B. Saunders tarafından yayınlandı). Dr. Vanarsdall ayrıca, Ortodontik Mini İmplantların Uygulamaları (*Applications of Orthodontic Mini Implants*) adlı, ortodontik ankray amacıyla implant kullanımını konu alan kapsamlı bir kitapta J. S. Lee, J. K. Kim ve Y. C. Park ile birlikte editör ve yazar olarak görev aldı. Bu yazarların hepsi, bu yedinci baskıda da bölüm katkılarını sürdürmektedir.

Dr. Vanarsdall, konuşmacı ve organizatör olarak mesleki derneklere aktif olarak görev yaptı. Dünyanın dört bir yanında konferanslar verdi ve tüm önemli onursal konuşma ödüllerini aldı. 1994 ve 2002 Amerikan Ortodontistler Derneği (AAO)’nin yıllık kongreleri de dahil olmak üzere çok sayıda yerel, ulusal ve uluslararası mesleki toplantıya başkanlık etti. Ayrıca AAO’nun Bilimsel İşler Konseyi başta olmak üzere birçok kurul ve komitede görev yaptı. Edward H. Angle Ortodontistler Derneği’nin Doğu Şubesi’nde aktif rol aldı ve 2004–2005 yılları arasında başkanlık görevini yürüttü. Slick, akademik çalışmalarından dolayı Amerikan Ortodontistler Birliği Vakfı’nın en önemli akademik ödülü olan Jarabak Anısına Uluslararası Öğretmen ve Araştırma Ödülü (*Jarabak Memorial International Teachers and Research Award, 2017*) başta olmak üzere çok sayıda ulusal ve uluslararası ödülün sahibidir.

Dr. Vanarsdall, öğrencileri için olağanüstü bir danışman olmasının ötesinde, öğrencileri ve meslektaşları için gerçek bir dosttu. Bu kitapta uzun süredir bölüm yazarlığı yapan Dr. David Musich, gömülü ve ankilozlu kanini bulunan 16 yaşındaki bir hastayı devralmasını ve Slick’ten gelen yardım teklifini şöyle anlatır: “Bu, hastanın o dişe yönelik dördüncü cerrahisiydi. Hem kendisi hem de annesi oldukça endişeliydi. On dakikalık açıklama ve 35 dakikalık nazik bir lüksasyonla diş hareket etti ve ark içine alınabilir hale geldi. Sonunda o genç kızın kanini doğru konuma getirilebildiyse, bu tamamen Slick’in içten merhameti ve yardımsever yaklaşımı sayesindeydi. Klinisyen olarak gerçek bir sanatçı, meslektaş olarak ise eşsizdi.” Önemli bir nokta, Dr. Vanarsdall’ın bu hasta ve meslektaşına yardımcı olabilmek için ülkenin diğer yarısına kadar uçmuş olmasıdır. Dr. Vanarsdall’ın, başkalarının onayından ve bulunduğu yerden uzakta, meslektaşları ve öğrencileriyle bilgilerini paylaşması alışılmadık bir durum değildi.

Bu özverili öğretmen ve bilim insanının katkılarını olağanüstü kılan nedir? Dr. Vanarsdall, klinik sorunlara farklı bakış açılarıyla yaklaşabilme yeteneğine sahipti. Ortodonti uzmanlığının çoğunlukla ergenlere odaklandığı bir dönemde, periodontal sorunları olsa bile yetişkin diş sağlığının nasıl iyileştirilebileceğini araştırdı. O dönemde tanı ve tedavi çoğunlukla anteroposterior bozukluklara ve lateral sefalometrik ölçümlere dayanırken, Slick transvers boyutu esas alan tanı ve tedavi yaklaşımlarını gündeme taşıdı. Cerrahi ark genişletmesiyle ve şu anda rutin olarak kullandığımız diğer birçok klinik yaklaşımla tedavi edilen hastaları sunan ilk kişilerden biriydi. Unutulmamalıdır ki, ortodontinin günümüzdeki uygulanma biçimini değiştirdi.

Yazar, hekim, öğretmen, bilim insanı, mucit, araştırmacı, eğitimci, yönetici, dünya gezgini, insana değer veren, akıl hocası, eş, baba, dost... Slick sayesinde hepimiz daha iyi hale geldik! Onu hatırlamak ve minnetle anmak için hiçbir zaman geç değildir.

KATKIDA BULUNANLAR

David A. Albright, DDS, MSD

Clinical Assistant Professor
Department of Orthodontics and Oral Facial
Genetics
Indiana University School of Dentistry
Indianapolis, Indiana

Veerasathpurush Allareddy, BDS, MBA, MHA, PhD, MMSc

Professor and Head of Department
Orthodontics
University of Illinois Chicago College of
Dentistry
Chicago, Illinois

Adriane L. Baylis, PhD, CCC-SLP

Speech Scientist
Department of Plastic and Reconstructive
Surgery
Nationwide Children's Hospital
Columbus, Ohio
Director, VPD Program and Co-Director,
22q Center
Department of Plastic and Reconstructive
Surgery
Nationwide Children's Hospital
Columbus, Ohio
Assistant Clinical Professor
Department of Plastic Surgery
The Ohio State University College of Medicine
Columbus, Ohio

Adrian Becker, BDS, LDS, DDO

Clinical Associate Professor Emeritus
Orthodontics
Hebrew University–Hadassah School of
Dental Medicine
Jerusalem, Israel

Erika Benavides, DDS, PhD

Clinical Professor
Periodontics and Oral Medicine
University of Michigan
Ann Arbor, Michigan

Philip Edward Benson, PhD

Professor of Orthodontics
School of Clinical Dentistry
University of Sheffield
Sheffield, United Kingdom

Peter H. Buschang, PhD

Regents Professor
Orthodontics
Texas A&M University Baylor College of
Dentistry
Dallas, Texas

Tamer Büyükyılmaz, DDS, MSD, PhD

Associate Professor
Orthodontics
Private Practice
Adana, Turkey

David S. Carlson, PhD

Regents Professor Emeritus
Biomedical Sciences
Texas A&M University
College Station, Texas

Lucia H.S. Cevidanes, DDS, MS, PhD

Associate Professor
Orthodontics and Pediatric Dentistry
University of Michigan
Ann Arbor, Michigan

Chris H. Chang, PhD, DDS

Director
Beethoven Orthodontic Center
Hsinchu City, Taiwan

Stella Chaushu, DMD, MSc, PhD

Professor and Chair
Orthodontics
Hebrew University–Hadassah School of
Dental Medicine
Jerusalem, Israel

Ewa M. Czochrowska, DDS, PhD

Associate Professor
Department of Orthodontics
Medical University of Warsaw
Warsaw, Masovian, Poland

Hali C. Dale, HON.B.Sc, DDS

Diplomate, American Board of
Orthodontics
Private Practice
Toronto, Ontario, Canada

Jack G. Dale, BA, DDS[†]

Postdoctoral Fellowship in Orthodontics
Harvard University
Cambridge, Massachusetts
Associate Professor
Faculty of Toronto
Toronto, Canada
Chairman
Charles H. Tweed Foundation
Tucson, Arizona
Private Practice, Toronto, Canada

Dwight Damon, DDS, MSD

Private Practice
Spokane, Washington

Hugo J. De Clerck, DDS

Adjunct Professor
Department of Orthodontics
University of North Carolina
Chapel Hill, North Carolina

Hakan El, DDS, PhD

Associate Professor
Department of Orthodontics
Hacettepe University School of Dental
Medicine
Ankara, Sıhhiye, Turkey

Theodore Eliades, DDS, MS, Dr Med Sci, PhD, DSc

Professor
Clinic of Orthodontics and Pediatric Dentistry
University of Zurich
Zurich, Switzerland

Mohammed H. Elnagar, DDS, MSc, PhD

Assistant Professor
Orthodontics
University of Illinois at Chicago
Chicago, Illinois

Norah Lisa Flannigan, BDS, MFDS RCPS, PhD, MOrth RCS, FDS (Orth) RCS

Senior Clinical Lecturer/Honorary
Consultant
Department of Orthodontics
University of Liverpool
Liverpool, Merseyside, United Kingdom

Padhraig S. Fleming, BDent Sc (Hons), MSc, PhD, FDS (Orth) RCS

Professor of Orthodontics
Dublin Dental University Hospital, Trinity
College Dublin
Dublin, Ireland

Daljit S. Gill, BDS, BSc, MSc, FDS, MOrth, FOrth, FHES

Consultant Orthodontist
Dental and Maxillofacial
Great Ormond Street NHS Foundation
Trust
London, United Kingdom

Lee W. Graber, DDS, MS, MS, PhD

Secretary General, World Federation of
Orthodontists
Past President, American Association of
Orthodontists
Past President, World Federation of
Orthodontists
Private Practice, Glenview and Vernon Hills,
Illinois

[†] Deceased.

**Thomas M. Graber, DMD, MSD, PhD,
OdontDr, DSc, ScD, MD, FDSRCS
(Eng)[†]**

Director, Kenilworth Dental Research
Foundation
Clinical Professor, Orthodontics
University of Illinois
Former Professor and Chair, Section of
Orthodontics
University of Chicago Pritzker School of
Medicine
Chicago, Illinois
Former Editor-in-Chief, *World Journal of
Orthodontics*
Editor-in-Chief Emeritus, *American
Journal of Orthodontics and Dentofacial
Orthopedics*

Dan Grauer, DDS, MS, PhD

Adjunct Professor
Orthodontics
University of North Carolina
Chapel Hill, North Carolina

**Nigel Harradine, BDS, MB BS, MSc,
FDS, MOrth**

Retired Consultant Orthodontist
Orthodontics
Bristol Dental Hospital and School
Bristol, United Kingdom

Greg J. Huang, DMD, MSD, MPH

Professor and Chair
Department of Orthodontics
School of Dentistry
University of Washington
Seattle, Washington

**James Kennedy Hartsfield, Jr., DMD,
MS, MMSc, PhD**

E. Preston Hicks Endowed Professor of
Orthodontics and Oral Health Research
Oral Health Science
University of Kentucky College of Dentistry
Lexington, Kentucky
Adjunct Professor
Medical and Molecular Genetics
Indiana University School of Medicine
Indianapolis, Indiana
Clinical Professor
Division of Oral Development and
Behavioural Sciences
University of Western Australia Dental
School
Perth, Western Australia
Visiting Professor
Developmental Biology
Harvard School of Dental Medicine
Boston, Massachusetts

Nan E. Hatch, DMD, PhD

Associate Professor and Chair
Department of Orthodontics and Pediatric
Dentistry
University of Michigan School of Dentistry
Ann Arbor, Michigan

Eric Hsu, DDS

Associate Director
Beethoven Orthodontic Center
Hsinchu City, Taiwan

Sarandeep Singh Huja, DDS, PhD

Dean and Professor of Orthodontics
Medical University of South Carolina James
B. Edwards College of Dental Medicine
Charleston, South Carolina

**Anthony Ireland, PhD, MSc, BDS, FDS,
MOrth, FHEA**

Professor
Child Dental Health, Bristol Dental School
University of Bristol
Bristol, United Kingdom

Tate H. Jackson, DDS, MS

Adjunct Assistant Professor
Orthodontics
University of North Carolina
Chapel Hill, North Carolina

Donald R. Joondeph, BA, DDS, MS

Associate Professor Emeritus
Orthodontics
University of Washington
Seattle, Washington

**Sanjivan Kandasamy, BDSc (WA),
BScDent (WA), GradDipClinDent
(Melb), DocClinDent (Melb), MOrth RCS
(Edin), FRACDS (Orth), FDS RCS (Edin)**

Clinical Associate Professor
School of Dentistry
University of Western Australia
Nedlands, Western Australia
Adjunct Assistant Professor
Centre for Advanced Dental Education
Saint Louis University
St. Louis, Missouri
Owner
West Australian Orthodontics
Midland, Western Australia

Thomas R. Katona, PhD, DMD

Associate Professor
Orthodontics and Oral Facial Genetics
Indiana University School of Dentistry
Indianapolis, Indiana
Associate Professor
Mechanical and Energy Engineering
Purdue School of Engineering and
Technology

Indianapolis, Indiana

Jung Kook Kim, DDS, MS, PhD

Former Adjunct Associate Professor
Department of Orthodontics
University of Pennsylvania School of Dental
Medicine
Philadelphia, Pennsylvania
Clinical Professor
Department of Orthodontics
Yonsei University College of Dentistry
Seoul, Republic of Korea
Private Practice
Seoul, Republic of Korea

Herbert A. Klontz, DDS, BA, MS

Clinical Associate Professor (Retired)
Orthodontics
College of Dentistry
University of Oklahoma
Oklahoma City, Oklahoma
Co-director, Tweed Foundation
Tucson, Arizona

Dimitrios Kloukos, DDS, MSc, Dr med dent

Senior Lecturer
Department of Orthodontics and
Dentofacial Orthopedics
University of Bern
Bern, Switzerland

Jong Suk Lee, DDS, MS, PhD

Clinical Professor
Orthodontics
Yonsei University College of Dentistry
Seoul, Republic of Korea
Former Adjunct Assistant Professor
Orthodontics
University of Pennsylvania School of Dental
Medicine
Philadelphia, Pennsylvania

Edward Y. Lin, DDS, MS

Doctor, Chief Executive Officer, and Consultant
Group Orthodontic Practice
Orthodontic Specialists of Green Bay
Green Bay, Wisconsin
Doctor, Chief Executive Officer, and Consultant
Group Orthodontic Practice
Apple Creek Orthodontics of Appleton
Appleton, Wisconsin

Joshua S.Y. Lin, DDS

Associate Director
Beethoven Orthodontic Center
Hsinchu City, Taiwan

**Simon J. Littlewood, BDS, MDSc,
MOrth RCS Ed, FDS(Orth) RCPS,
FDSRCS (Eng)**

Consultant Orthodontist
Orthodontic Department

[†]Deceased.

Thomas M. Graber, DMD, MSD, PhD, OdontDr, DSc, ScD, MD, FDSRCS (Eng)[†]

Director, Kenilworth Dental Research Foundation
Clinical Professor, Orthodontics
University of Illinois
Former Professor and Chair, Section of Orthodontics
University of Chicago Pritzker School of Medicine
Chicago, Illinois
Former Editor-in-Chief, *World Journal of Orthodontics*
Editor-in-Chief Emeritus, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*

Dan Grauer, DDS, MS, PhD

Adjunct Professor
Orthodontics
University of North Carolina
Chapel Hill, North Carolina

Nigel Harradine, BDS, MB BS, MSc, FDS, MOrth

Retired Consultant Orthodontist
Orthodontics
Bristol Dental Hospital and School
Bristol, United Kingdom

Greg J. Huang, DMD, MSD, MPH

Professor and Chair
Department of Orthodontics
School of Dentistry
University of Washington
Seattle, Washington

James Kennedy Hartsfield, Jr., DMD, MS, MMSc, PhD

E. Preston Hicks Endowed Professor of Orthodontics and Oral Health Research
Oral Health Science
University of Kentucky College of Dentistry
Lexington, Kentucky
Adjunct Professor
Medical and Molecular Genetics
Indiana University School of Medicine
Indianapolis, Indiana
Clinical Professor
Division of Oral Development and Behavioural Sciences
University of Western Australia Dental School
Perth, Western Australia
Visiting Professor
Developmental Biology
Harvard School of Dental Medicine
Boston, Massachusetts

Nan E. Hatch, DMD, PhD

Associate Professor and Chair
Department of Orthodontics and Pediatric Dentistry
University of Michigan School of Dentistry
Ann Arbor, Michigan

Eric Hsu, DDS

Associate Director
Beethoven Orthodontic Center
Hsinchu City, Taiwan

Sarandeep Singh Huja, DDS, PhD

Dean and Professor of Orthodontics
Medical University of South Carolina James B. Edwards College of Dental Medicine
Charleston, South Carolina

Anthony Ireland, PhD, MSc, BDS, FDS, MOrth, FHEA

Professor
Child Dental Health, Bristol Dental School
University of Bristol
Bristol, United Kingdom

Tate H. Jackson, DDS, MS

Adjunct Assistant Professor
Orthodontics
University of North Carolina
Chapel Hill, North Carolina

Donald R. Joondeph, BA, DDS, MS

Associate Professor Emeritus
Orthodontics
University of Washington
Seattle, Washington

Sanjivan Kandasamy, BSc (WA), BScDent (WA), GradDipClinDent (Melb), DocClinDent (Melb), MOrth RCS (Edin), FRACDS (Orth), FDS RCS (Edin)

Clinical Associate Professor
School of Dentistry
University of Western Australia
Nedlands, Western Australia
Adjunct Assistant Professor
Centre for Advanced Dental Education
Saint Louis University
St. Louis, Missouri
Owner
West Australian Orthodontics
Midland, Western Australia

Thomas R. Katona, PhD, DMD

Associate Professor
Orthodontics and Oral Facial Genetics
Indiana University School of Dentistry
Indianapolis, Indiana
Associate Professor
Mechanical and Energy Engineering
Purdue School of Engineering and Technology

Indianapolis, Indiana

Jung Kook Kim, DDS, MS, PhD

Former Adjunct Associate Professor
Department of Orthodontics
University of Pennsylvania School of Dental Medicine
Philadelphia, Pennsylvania
Clinical Professor
Department of Orthodontics
Yonsei University College of Dentistry
Seoul, Republic of Korea
Private Practice
Seoul, Republic of Korea

Herbert A. Klontz, DDS, BA, MS

Clinical Associate Professor (Retired)
Orthodontics
College of Dentistry
University of Oklahoma
Oklahoma City, Oklahoma
Co-director, Tweed Foundation
Tucson, Arizona

Dimitrios Kloukos, DDS, MSc, Dr med dent

Senior Lecturer
Department of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
University of Bern
Bern, Switzerland

Jong Suk Lee, DDS, MS, PhD

Clinical Professor
Orthodontics
Yonsei University College of Dentistry
Seoul, Republic of Korea
Former Adjunct Assistant Professor
Orthodontics
University of Pennsylvania School of Dental Medicine
Philadelphia, Pennsylvania

Edward Y. Lin, DDS, MS

Doctor, Chief Executive Officer, and Consultant
Group Orthodontic Practice
Orthodontic Specialists of Green Bay
Green Bay, Wisconsin
Doctor, Chief Executive Officer, and Consultant
Group Orthodontic Practice
Apple Creek Orthodontics of Appleton
Appleton, Wisconsin

Joshua S.Y. Lin, DDS

Associate Director
Beethoven Orthodontic Center
Hsinchu City, Taiwan

Simon J. Littlewood, BDS, MDSc, MOrth RCS Ed, FDS(Orth) RCPS, FDSRCS (Eng)

Consultant Orthodontist
Orthodontic Department

[†]Deceased.

St Luke's Hospital
Bradford, United Kingdom
Honorary Senior Clinical Lecturer
Orthodontic Department, Leeds Dental
Institute
University of Leeds
Leeds, United Kingdom

Björn Ludwig, Dr med dent

Assistant Professor
Orthodontics
University of Homburg/Saar
Praxis Dr. Ludwig and Dr. Glasl
Traben-Trarbach, Germany

James A. McNamara, Jr., DDS, MS, PhD

Graber Professor Emeritus
Orthodontics and Pediatric Dentistry
The University of Michigan
Ann Arbor, Michigan

Laurie McNamara McClatchey, DDS, MS

Adjunct Clinical Associate Professor of
Dentistry
Orthodontics and Pediatric Dentistry
The University of Michigan School of
Dentistry
Ann Arbor, Michigan

Ana M. Mercado, DMD, MS, PhD

Clinical Associate Professor
Orthodontics
The Ohio State University
Columbus, Ohio
Member of Medical Staff
Plastic and Reconstructive Surgery
Nationwide Children's Hospital
Columbus, Ohio

Peter Miles, BDS, MSc, MRACDS(Orth)

Visiting Lecturer
Seton Hill University
Greensburg, Pennsylvania
Newwave Orthodontics
Caloundra, Queensland, Australia

Won Moon, BS, MS, DMD

Founder
Moon Lab
The Moon Principles International Research
Institute
Los Angeles, California
Co-Founder
Research and Development
BioTech Innovations
Los Angeles, California
Former Thomas Bales Endowed Chair in
Orthodontics (2013-2020)
Section of Orthodontics
University of California Los Angeles School
of Dentistry
Los Angeles, California

Isabel Moreno Hay, DDS, PhD

Assistant Professor
Orofacial Pain
University of Kentucky College of
Dentistry
Lexington, Kentucky

Lorri Ann Morford, PhD

Assistant Professor
Oral Health Science
University of Kentucky College of Dentistry
Lexington, Kentucky
Director, Orthodontic Research
Division of Orthodontics
University of Kentucky College of Dentistry
Director, Hereditary Genetics/Genomics
Laboratory
Center for Oral Health Research
University of Kentucky College of
Dentistry
Lexington, Kentucky

Kara M. Morris, DDS, MS

Orthodontist and Pediatric Dentist
Plastic Surgery
Nationwide Children's Hospital
Columbus, Ohio

Lorenz Moser, MD, DDS

Adjunct Associate Professor of
Orthodontics
University of Ferrara
Ferrara, Italy
Private Practice
Bolzano, Italy

David R. Musich, DDS, MS

Clinical Professor of Orthodontics
Department of Orthodontics
University of Pennsylvania School of Dental
Medicine
Philadelphia, Pennsylvania

**Farhad B. Naini, BDS(Guy's), MSc(U
Lond), PhD (KCL), FDS.RCS(Eng),
M.Orth.RCS (Eng), FDS.Orth.RCS
(Eng), GCAP, FHEA, FDS.RCS.Ed**

Consultant Orthodontist
Kingston Hospital and St George's Hospital
London, United Kingdom

Ravindra Nanda, BDS, MDS, PhD

Professor Emeritus
Orthodontics
University of Connecticut Health Center
Farmington, Connecticut

Tung Nguyen, DMD, MS

Professor and Program Director
Orthodontics
University of North Carolina
Chapel Hill, North Carolina

Jeffrey P. Okeson, DMD

Professor and Dean
Oral Health Science
University of Kentucky
Lexington, Kentucky

Juan Martin Palomo, DDS, MSD

Professor, Residency Director
Orthodontics
Case Western Reserve University
Cleveland, Ohio

Leena Palomo, DDS, MSD

Professor
Periodontics
Case Western Reserve University
Cleveland, Ohio

**Nikolaos Pandis, DDS, MS, Dr med
dent, MS, DLSHTM, PhD, MS**

Associate Professor
Department of Orthodontics
University of Bern
Bern, Switzerland

**Spyridon N. Papageorgiou, DDS,
Dr med dent**

Senior Teaching and Research Assistant
Clinic of Orthodontics and Pediatric
Dentistry
Center of Dental Medicine, University of
Zurich
Zurich, Switzerland

Young-Chel Park, DDS, PhD

Professor Emeritus
Department of Orthodontics
Yonsei University College of Dentistry
Director, Private Clinic, Orthodontics
Yonsei Beautiful Friend Orthodontic
Center
Seoul, Korea

**Pawel Plakwicz, DDS, PhD, MFDSRCS
(Eng)**

Associate Professor
Periodontology
Medical University of Warsaw
Warsaw, Poland
Adjunct Professor
Division of Craniofacial and Surgical
Sciences
University of North Carolina Adams School
of Dentistry
Chapel Hill, North Carolina

Jorge Ayala Puente, DDS

Former Professor and Chair
Orthodontics and Maxillary Orthopedics
University of Chile
Private Practice
Santiago, Chile

Melisa A. Rathburn, BS, DDS, Certificate of Orthodontics
Chief Clinical Officer
Atlanta Orthodontic Specialists
Atlanta, Georgia

W. Eugene Roberts, DDS, PhD, DHC (Med)
Professor Emeritus
Orthodontics
Indiana University School of Dentistry
Indianapolis, Indiana
Adjunct Professor
Mechanical Engineering
Purdue University School of Engineering and Technology
Indianapolis, Indiana
Visiting Professor
Orthodontics
Loma Linda University School of Dentistry
Loma Linda, California

Antonio C.O. Ruellas, DDS, MS, PhD
Professor
Orthodontics and Pediatric Dentistry
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, Brazil

Glenn Sameshima, DDS, PhD
Associate Professor and Chair
Graduate Orthodontics
University of Southern California Herman Ostrow School of Dentistry
Los Angeles, California

David M. Sarver, DMD, MS
Associate Professor
Orthodontics
University of Alabama–Birmingham
Birmingham, Alabama
Associate Professor
Orthodontics
University of North Carolina
Chapel Hill, North Carolina

Ute E.M. Schneider-Moser, DDS, MS
Visiting Professor
Orthodontics
University of Ferrara
Bolzano, Italy
Adjunct Associate Professor
Orthodontics
University of Pennsylvania
Philadelphia, Pennsylvania

Anton Sculean, DMD, Dr med dent, MS, PhD
Professor and Chairman
Department of Periodontology
Executive Director School of Dental Medicine
University of Bern
Bern, Switzerland

Antonino G. Secchi, DMD, MS
Former Assistant Professor and Clinical Director
Department of Orthodontics
University of Pennsylvania
Philadelphia, Pennsylvania
Private Practice
Devon Orthodontics
Devon, Pennsylvania

Jadbinder Seehra, BDS (Hons), MFDS, MSc, MOrth, FDSOrth
Orthodontics
Faculty of Dentistry
Oral and Craniofacial Sciences
Kings College London
London, United Kingdom

Isosif Sifakakis, DDS, MSc, DrDent
Assistant Professor
Orthodontics
National and Kapodistrian University of Athens School of Dentistry
Athens, Greece

Kelton T. Stewart, DDS, MS
Chair and Program Director
Orthodontics and Oral Facial Genetics
Indiana University
Indianapolis, Indiana

Michael B. Stewart, DDS
Founder and Mentor
Leadership
Atlanta Orthodontic Specialists
Atlanta, Georgia

Alexandra Stähli, Dr med dent
Zahnmedizinische Kliniken
Department of Periodontology
University of Bern
Bern, Switzerland

Kingman P. Strohl, MD
Professor of Medicine
Case Western Reserve University
Cleveland, Ohio
Staff Physician
Medical Service
Louis Stokes Cleveland VA Medical Center
Cleveland, Ohio

Zongyang Sun, DDS, MSD, PhD
Associate Professor
Division of Orthodontics
The Ohio State University College of Dentistry
Columbus, Ohio

Sandra Khong Tai, BDS, MS, Cert Ortho, FRCD(C), FDCS(BC)
Clinical Assistant Professor
Orthodontics
University of British Columbia

Vancouver, British Columbia, Canada
Adjunct Clinical Assistant Professor
Orthodontics
University of the Pacific
San Francisco, California

Hilde Timmerman, DDS
Private Practice
Brussels, Belgium
Hulst, Netherlands

Patricia N. Turley, DDS
Pediatric Dentistry
University of California Los Angeles
Los Angeles, California
Vice President
Turley Dental Corporation
Manhattan Beach, California

Patrick K. Turley, DDS, MSD, MEd
Orthodontics
Professor Emeritus, Section of Orthodontics and Pediatric Dentistry
University of California Los Angeles School of Dentistry
Manhattan Beach, California

David L. Turpin, DDS, MSD
School of Dentistry
Moore/Riedel Professor
Orthodontics
University of Washington
Seattle, Washington

Flavio Uribe, DDS, MDentSc
Associate Professor
Craniofacial Sciences
University of Connecticut
Farmington, Connecticut

Serdar Üsümez, DDS, PhD
Private Practice
Department of Orthodontics
Dental Plus Istanbul Clinic
Istanbul, Turkey

James L. Vaden, DDS, MS
Professor
Orthodontics
University of Tennessee Health Science Center
Memphis, Tennessee

Adith Venugopal, BDS, MS, PhD
Associate Professor
Orthodontics
University of Puthisastra
Phnom Penh, Cambodia
Associate Professor
Orthodontics
Saveetha University
Chennai, India

ÇEVİRİYE KATKIDA BULUNANLAR

Dr. Öğr. Üyesi Cenk Ahmet Akcan
Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı

Prof. Dr. Müge Aksu
Ortodonti Uzmanı
Dr. Müge Aksu Ortodonti Kliniği

Uzm. Dt. Hilal Algül
Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı

Prof. Dr. Ayşe Tuba Altuğ
Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı

Doç. Dr. Elif Dilara Arslan
İstinye Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı

Doç. Dr. Ezgi Atik
Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı

Doç. Dr. Banu Sağlam Aydınatay
Lokman Hekim Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı

Prof. Dr. Nehir Canıgür Baybek
Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı

Doç. Dr. Seden Akan Bayhan
Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim

Doç. Dr. Erdal Bozkaya
Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı

Doç. Dr. Tamer Büyükyılmaz
Özel Klinik - BG Dental Ağız ve Diş Sağlığı Polikliniği

Doç. Dr. Hande Görücü Coşkun
Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Doç. Dr. Hakan El
Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı
Öğretim Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Merve Berika Kadioğlu
Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı

Doç. Dr. Nurver Karşlı Kahramanzade
Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı

Dr. Öğr. Üyesi Nihal Kaya
Bezmialem Vakıf Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı

Dr. Öğretim Üyesi Banu Kılıç
Bezmialem Vakıf Üniversitesi
Ortodonti Anabilim Dalı

Prof. Dr. Gökmen Kurt
Bezmialem Vakıf Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı

Doç. Dr. Irmak Ocak
Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı

Öğr. Gör. Gediz Aksöz Öner
Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı

Doç. Dr. Aslıhan Zeynep Öz
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı

Dr. Öğr. Üyesi Şerife Şahin
Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı

Prof. Dr. Selin Kale Varlık
Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı

Doç. Dr. Berza Yılmaz
Bezmialem Vakıf Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı

Mesleğimizde hiçbir şey tahminle elde edilmez; tıp biliminin başlangıcından bugüne kadar, doğru tek bir fikrin bile sadece varsayımı dayanarak ortaya çıktığına inanmıyorum.

Sir Astley Paston Cooper

Ortodonti: Güncel Prensipler ve Teknikler kitabının önceki (altıncı) baskısının yayınlanmasından bu yana, hem ortodonti alanında hem de genel olarak dünyada dramatik değişimler, sarsıcı gelişmeler, uyum süreçleri ve yenilikler yaşandı. Yedinci baskı, bu zengin yaratıcılık dönemini yansıtmakta ve günümüz ortodonti uzmanlık öğrencileri ile hekimleri için kapsamlı ve değerli bir kaynak olmaya devam etmektedir.

Önceki baskılarımızda olduğu gibi, bu kitabın hedef kitlesi ortodonti uzmanlık öğrencileri ve uzman ortodontistlerdir. Diş hekimliği öğrencilerinin ortodontinin temel bilgi, kavram ve ilkelerini edinmelerine yönelik mükemmel kitaplar halihazırda mevcuttur ve bu temel bilgilerin her diş hekimi tarafından lisans eğitimi süresince öğrenilmiş olması beklenmektedir. Ortodonti, sonuçta diş hekimliğinin ayrılmaz bir parçasıdır ve ağız sağlığına yönelik ekip çalışmasında genel diş hekimleri ve diğer uzmanlık alanları tarafından da dikkate alınmalıdır.

Yedinci baskının dünya çapında Ortodonti Uzmanlık programlarında kullanılmaya devam etmesinden büyük mutluluk duyuyoruz. Kitabın birçok dile çevrilmesi, eğitim alanında ve daha geniş çevrelerde küresel düzeyde erişilebilir olmasını sağlamıştır. Lisansüstü ortodonti programları ve uzmanlık eğitimi programı için bu yedinci baskı, "e-Kitap" formatında da mevcuttur. İnternet sitesi üzerinden erişim ve arama yapılabilir bir kaynak olması sayesinde, hızlı değişen ve teknolojik olarak dönüşen bir dünyada, klinik konulara ve güncel bilgilere hızlıca ulaşmak mümkün olmaktadır.

Bu baskıda, sabit sagittal düzelticiler, kemik destekli genişleticiler, klinik içi üretilen hizalayıcılar, ototransplantasyon ve bilgisayar destekli tanı ve tedavi gibi giderek çeşitlenen tedavi seçeneklerine artan ilgiyi ele alıyoruz. Amacımız, güçlü bir teorik ve kanıta dayalı alt yapıyı korurken, içeriği çağdaş ortodontik uzmanlık uygulamasını yansıtacak şekilde güncellemektir. Bazı bölümlerin çevrim içi formata taşınması, kitabın fiziksel boyutunu önemli ölçüde artırmadan daha fazla konuyu ele almamıza olanak tanıdı.

Uzmanlık alanımıza klinik ve teorik açıdan bütüncül bir bakış sunma hedefi doğrultusunda, ortodonti tarihine genel bir bakış sunulmuştur. Klasik bölümler ve olgu sunumları çevrim içi ortama aktarılmış, böylece hem tarihsel perspektifi daha ayrıntılı şekilde sunma hem de kitabın temelini oluşturan güncel prensiplere ve tekniklere daha fazla odaklanma imkânı doğmuştur.

2020 yılı başlarında pandemi nedeniyle diş hekimliği uygulamalarının durması, hastalarla sanal ortamda görüşme ve tedavi süreçlerini uzaktan izleme gibi yaratıcı teknolojilerin gelişimini hızlandırdı. Aynı yılın yaz aylarında hasta başı uygulamaların yeniden başlamasıyla birlikte, ortama yayılan aerosollerin oluşumu, davranışı ve azaltılması konularo odak noktası haline geldi. Bu konuya dair yeni bir bölüm, ortodonti pratiğinde aerosollerle ilgili değerli bilgiler sunmaktadır.

Yeni teknik ve materyallerin hızla gelişmesi, bağımsız ve yüksek kaliteli klinik araştırmaların yürütülmesini ve sonuçlarının doğru şekilde değerlendirilmesini her zamankinden daha önemli hâle getirmiştir. Ayrıca, bilgiye erişimin artması ve bilimsel makale sayısının sürekli

çoğalması, hem uzmanlık öğrencilerinin hem de deneyimli hekimlerin araştırma sonuçlarını anlayabilme ve yeni ya da güncellenmiş tedavi yaklaşımlarını ne zaman ve nasıl uygulamaya koyacaklarını belirleyebilme yetkinliklerini daha da değerli kılmıştır. Bu doğrultuda, kanıta dayalı ortodontiye ayrılan yeni bir bölüm, tüm okuyucular için değerli bir kaynaktır. Makine öğrenmesi ve yapay zekâ da ortodontiye hızla entegre edilmekte; diş hareketini ve yumuşak doku cevabını öngörme, planlama ve analiz etme konularında bizlere önemli avantajlar sağlamaktadır. Bilgisayarların teşhis, tedavi planlaması ve robotik amaçlı kullanımının artması, kuşkusuz ortodontinin geleceğinin bir parçasıdır. Bu gelişmeler, Ortodontide Yapay Zekâ ve Büyük Veri üzerine yeni bir bölümde ve Bilgisayar Destekli Ortodonti üzerine güncellenen bir bölümde kapsamlı biçimde ele alınmıştır.

Yedinci baskının, ortodonti uzmanlık alanının küresel niteliğini yansıtmaya devam ettiğine inanıyoruz. Bu da, uluslararası yazar sayısındaki artışla açıkça görülmektedir. Uluslararası katkı sunan meslektaşlarımız tarafından ele alınan bazı konular arasında ototransplantasyon, ortodonti-periodontoloji ilişkileri, ortognatik cerrahi, disiplinler arası yetişkin tedavisi, sabit fonksiyonel apareyler, biyomalzemeler ve geçici ankraj cihazları yer almaktadır.

Kraniyofasiyal dismorfoloji ile dudak-damak yarıkları konularını ele alan bölüm tamamen gözden geçirilmiş ve güncellenmiştir. Bu kapsamda, hastane temelli çalışan ortodontistler ve kraniyofasiyal burs programlarına kayıtlı asistanlar için yenidoğan maksiller ortopedinin gelişmiş yöntemlerine de yer verilmiştir. Ortodontist için ilgi çekici bir yön, ergenlik dönemindeki büyümenin ve cerrahi maksiller ilerletmenin velofaringeal mekanizmalar üzerindeki etkilerini açıklayan bir konuşma ve dil patoloğunun dahil edilmesidir. Benzer şekilde, ortodontide hava yolu değerlendirmelerine ayrılan bölüm de son 5 yıldaki bilgi birikimini yansıtacak şekilde güncellenmiştir.

Kitabın bu yeni baskısında, yetenekli bir editör ve yazar olan Padhraig Fleming'i aramızda görmekten mutluluk duyuyoruz. Padhraig, Avrupa merkezli ilk editörümüzdür. Londra Queen Mary Üniversitesi Diş Hekimliği Enstitüsü'nde Ortodonti Profesörü ve Uzmanlık Eğitimi Koordinatörü olarak görev yaptıktan sonra, 2022 yılında Dublin Trinity College'a bağlı Dublin Diş Hekimliği Üniversitesi Hastanesi'nde Ortodonti Profesörü ve Anabilim Dalı Başkanı olarak atanmıştır. Ayrıca, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *British Dental Journal*, *Journal of Dentistry* ve *Progress in Orthodontics* dergilerinde yardımcı editördür ve çok sayıda başka derginin editör kurulunda yer almaktadır.

Kitabın her bir bölümüne katkı sağlayan yazarlarımıza değerli emekleri için içtenlikle teşekkür ediyoruz. Ortodonti alanının son yıllarda geçirdiği hızlı değişimi yansıtmaya çabamızda başarılı olmuş olmayı ve bu süreçte, önemini ve geçerliliğini hiçbir zaman yitirmeyecek temel bilgi ve prensipleri yaşatmayı sürdürebilmiş olmayı diliyoruz.

Lee W. Graber, DDS, MS, MS, PhD

Katherine W.L. Vig, BDS, MS, D Orth, FDS RCS

Greg J. Huang, DMD, MSD, MPH

Padhraig S. Fleming, BDent Sc (Hons), MSc, PhD, FDS (Orth) RCS

ÇEVİRİ EDITÖRÜ ÖNSÖZÜ

???

İÇİNDEKİLER

KISIM A Ortodontinin Temelleri

- 1 Ortodontinin Tarihi... Bir Fikirden Bir Mesleğe, 1***
David L. Turpin and Norman Wahl
Çeviri: Dr. Bengisu Akarsu Güven
- 2 Kraniyofasiyal Büyüme ve Gelişim Bir Perspektif Geliştirme, 3**
David S. Carlson and Peter H. Buschang
Çeviri: Dr. Bengisu Akarsu Güven
- 3 Genetik ve Ortodonti, 32**
James Kennedy Hartsfield, Jr. and Lorri Ann Morford
Çeviri: Dr. Hande Görücü Coşkun
- 4 Ortodontinin Biyolojik Temelleri, 51**
Nan E. Hatch and Zongyang Sun
Çeviri: Dr. Bengisu Akarsu Güven
- 5 Ortodonti Pratiğinde Kemik Fizyolojisi, Metabolizması ve Biyomekanik, 75**
W. Eugene Roberts and Sarandeep Singh Huja
Çeviri: Dr. Irmak Ocak
- 6 Biyomühendisliğin Klinik Ortodontiye Uygulanması, 114**
Kelton T. Stewart, Thomas R. Katona, and David A. Albright
Çeviri: Dr. Ezgi Atik
- 7 Ortodontide Dental Materyal Biliminin Klinik Yönleri, 137**
Theodore Eliades, Iosif Sifakakis, and Spyridon N. Papageorgiou
Çeviri: Dr. Ezgi Atik
- 8 Ortodontide Kanıtın Rolü, 154**
Nikolaos Pandis, Greg J. Huang, and Padhraig S. Fleming
Çeviri: Dr. Gediz Aksöz Öner
- 9 Ortodontide Yapay Zekâ ve Büyük Veri Analitiği Uygulamaları, 176**
Mohammed H. Elnagar, Shankar Rengasamy Venugopalan, and Veerasathpurush Allareddy
Çeviri: Dr. Cenk Ahmet Akcan

KISIM B Tanı ve Tedavi Planlaması

- 10 Ortodontide Karar Verme Süreci, 187**
Tung Nguyen, David M. Sarver, and Tate H. Jackson
Çeviri: Dr. Cenk Ahmet Akcan
- 11 Tanı ve Tedavinin Psikolojik Yönleri, 227**
Leslie A. Will
Çeviri: Dr. Cenk Ahmet Akcan

- 12 Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Görüntüleme ile Ortodontik Tanı ve Tedavi Planlaması, 240**
Lucia H.S. Cevidanes, Antonio C.O. Ruellas, and Erika Benavides
Çeviri: Dr. Cenk Ahmet Akcan
- 13 Üst Havayolu, Kraniyal Morfoloji, ve Uyku Apnesi, 259**
Juan Martin Palomo, Hakan El, Leena Palomo, and Kingman P. Strohl
Çeviri: Dr. Hakan El
- 14 Temporomandibular Rahatsızlığı Olan Hastalar ve Ortodontik Tedavi, 292**
Jeffrey P. Okeson and Isabel Moreno Hay
Çeviri: Dr. Banu Sağlam Aydınatay
- 15 Yarık Damak-Kraniyofasiyal Ekibinde Ortodontistin Rolü ve İşbirliği, 306**
Ana M. Mercado, Kara M. Morris, Adriane L. Baylis, and Katherine W.L. Vig
Çeviri: Dr. Ayşe Tuba Altuğ, Dr. Hilal Algül

KISIM C Ortodontik Tedavi

- 16 Tedavi İlkeleri: Sonuç Ve verimliliği Dengede Tut, 345**
Padhraig S. Fleming and Peter Miles
Çeviri: Dr. Seden Akan Bayhan
- 17 Ortodonti ve Dentofasiyal Ortopedinin Optimizasyonu, 356**
BÖLÜM A: Çocuk Ve Ergen Hastalarda Hasta Yönetimi ve Motivasyon, 356
Patrick K. Turley and Patricia N. Turley
Çeviri: Dr. Irmak Ocak
BÖLÜM B: Tedavi Zamanlaması Ve Karma Dişlenme Döneminde Tedavi, 361
James A. McNamara, Jr., Laurie McNamara McClatchey, and Lee W. Graber
Çeviri: Dr. Irmak Ocak
- 18 Standart Edgewise: Tweed-Merrifield Felsefesi, Tanı, Tedavi Planlanması ve Kuvvet Sistemleri, 395***
James L. Vaden, Herbert A. Klontz, and Jack G. Dale
Çeviri: Dr. Şerife Şahin
- 19 Çağdaş Düz Tel Biyomekaniği, 396**
Antonino G. Secchi and Jorge Ayala Puente
Çeviri: Dr. Hande Görücü Coşkun
- 20 Kendinden Bağlamalı Braketlerin Biyomekaniği, 417**
Jadbinder Seehra, Nigel Harradine, and Nikolaos Pandis
Çeviri: Dr. Ezgi Atik

BÖLÜM B: Palatal Mini-İmplant Ankrajının Kullanımı: Geleneksel Yaklaşımlar İle Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar Destekli Üretim İş Akışları Karşılaştırılması, 543

Benedict Wilmes
Çeviri: Dr. Irmak Ocak

BÖLÜM C: Zorlayıcı Maloklüzyonlarda Uygulanan Ekstraalveolar Kemik Vidası Ankra, 556

Chris H. Chang, Joshua S.Y. Lin, Eric Hsu,
and W. Eugene Roberts
Çeviri: Dr. Gediz Aksöz

BÖLÜM D: Kemik-Ankrajlı Mini Plaklar Ve Fonksiyonel Çene Ortopedisi İle Ortopedik Değişiklikler: Biyolojik Temel, 573

Hugo J. De Clerck and Hilde Timmerman
Çeviri: Dr. Gediz Aksöz

25 Yetişkinlerde Maksiller Genişletme, 599

Won Moon
Çeviri: Dr. Elif Dilara Arslan

26 Ortodontik Periodontal Yaklaşım, 616

Dimitrios Kloukos, Ewa M. Czochrowska, Alexandra Stähli,
and Anton Sculean
Çeviri: Dr. Selin Kale Varlık

27 Ortognatik Cerrahiye Ortodontik Bakış Açısı, 646

Farhad B. Naini and Daljit S. Gill
Çeviri: Dr. Nihal Kaya, Dr. Gökmen Kurt

28 Yetişkinlerde Disiplinler Arası Terapi: Tanı ve Tedavi, 711

David R. Musich, Ute E.M. Schneider-Moser, and Lorenz Moser
Çeviri: Dr. Müge Aksu

KISIM D Tedavilerde Dikkat Edilmesi Gerekenler

29 Ortodonti’de Bonding, 769

Bjorn U. Zachrisson, Serdar Üsümez, and Tamer Büyükyılmaz
Çeviri: Dr. Tamer Büyükyılmaz

30 İmpaksiyonların Yönetimi, 812

Stella Chaushu and Adrian Becker
Çeviri: Dr. Merve Berika Kadioğlu

31 Daimi Dişlerde Lüksasyon ve Avülsiyon Yaralanmalarının Yönetimi, 826

Patrick K. Turley
Çeviri: Dr. Gediz Aksöz Öner

32 Gelişen Dişlerin Ototransplantasyonu, 833

Ewa M. Czochrowska and Paweł Plakwicz
Çeviri: Dr. Hande Görücü Coşkun

33 Ortodontik Apareylerin İyatrojenik Etkileri, 854
Bölüm A: Demineralize Lezyonların Önlenmesi ve Yönetimi 854

Philip Edward Benson and Norah Lisa Flannigan
Çeviri: Dr. Aslıhan Zeynep Öz

Bölüm B: Eksternal Apikal Kök Rezorpsiyon, 863

Glenn Sameshima
Çeviri: Dr. Aslıhan Zeynep Öz

34 Hızlandırılmış Diş Hareketi İçin Minimal İnvaziv ve Noninvaziv Yaklaşımlar, 880

Ravindra Nanda, Flavio Uribe, and Sumit Yadav
Çeviri: Dr. Nehir Canıgür Bavbek

35 Ortodontide Aerosoller, 897*

Anthony Ireland
Çeviri: Dr. Banu Kılıç

36 Bilgisayar Destekli Ortodonti: Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar Destekli Üretim Teknolojisinin Teşhis, Tedavi Planlaması ve Tedavilerle Entegrasyonu, 898

Melisa A. Rathburn, Michael B. Stewart, and Edward Y. Lin
Çeviri: Dr. Erdal Bozkaya

KISIM E Ortodontik Retansiyon ve Tedavi Sonrası Değişiklikler

37 Stabilite, Tedavi Sonrası Değişiklikler ve Retansiyon, 931

Simon J. Littlewood, Sanjivan Kandasamy, and Donald R. Joondeph
Çeviri: Dr. Hande Görücü Coşkun

BÖLÜM F Classic Chapters

38 Oklüzyonun İnterseptif Rehberliği, 953*

Jack G. Dale and Hali C. Dale
Çeviri: Dr. Bengisu Akarsu Güven

39 Fonksiyonel Apareyler, 955*

Thomas M. Graber
Çeviri: Dr. Irmak Ocak

40 Biyoyumlu Ortodonti ile Yüzün Tedavisi, 957*

Dwight Damon
Çeviri: Dr. Gediz Aksöz Öner

İndeks, 959*

VIDEO İÇERİKLERİ

13-1. Manual segmentation of the airway.



13-6. Superimposition of an OSA patient.



13-2. Airway segmentation using Dolphin 3D v11.



13-7. 3D superimposition of an OSA patient.



13-3. Airway segmentation using InVivo Dental v4.



29-1. Transbond Plus Self Etching Primer.



13-4. Airway segmentation using InVivo Dental v5.1.



29-2. Laser Etching of Emenel for Direct Bonding.



13-5. Airway segmentation using OnDemand 3D v1.0.



29-3. Laser Assisted Ceramic Bracket Removal



Kraniyofasiyal Büyüme ve Gelişim

Bir Perspektif Geliştirme

David S. Carlson and Peter H. Buschang
Çeviri: Dr. Bengisu Akarsu Güven

İÇİNDEKİLER

Somatik Büyüme, 3	Kraniyofasiyal Gelişim ve Büyümenin	Mandibular Kondilin Büyümesi, 19
Diferansiyel Gelişim ve	Moleküler Temelleri, 6	<i>Büyüyen Kondilin Histomorfolojisi, 19</i>
Olgunlaşma, 3	Kraniyal Kubbe, 7	<i>Mandibular Kondilde Yaşa Bağlı</i>
Olgunlaşma Sırasında Büyüme	Kraniyal Kubbenin Gelişimi, 7	<i>Değişiklikler, 20</i>
Oranlarındaki Değişim, 4	Sütür Büyüme Mekanizmaları, 7	<i>Kondiler Büyüme Mekanizmaları, 20</i>
Kraniyofasiyal Kompleks, 5	Kraniyal Kubbenin Postnatal Büyümesi, 9	<i>Mandibulanın Postnatal Büyümesi, 21</i>
Yapısal Birimler, 5	Kraniyal Kaide, 10	Ark Gelişimi, Diş Migrasyonu ve
<i>Desmokranium, 5</i>	Kraniyal Kaidenin Gelişimi, 10	Sürmesi, 24
<i>Kondrokranium, 5</i>	Sinkondrozal Büyüme Mekanizması, 10	Yetişkinlerde Kraniyofasiyal Şekildeki
<i>Viscerokranium, 6</i>	Kraniyal Kaidenin Postnatal Büyümesi, 11	Değişiklikler, 26
<i>Dentisyon, 6</i>	Orta Yüz/Nazomaksiller Kompleks, 13	Kraniyofasiyal Büyüme Sürecinde
Fonksiyonel Birimler, 6	Orta Yüzün Gelişimi, 13	Postnatal İlişkiler, 26
<i>Nörokranium, 6</i>	Orta Yüzün Postnatal Büyümesi, 14	Ortodonti Açısından Kraniyofasiyal
<i>Yüz, 6</i>	Mandibula, 17	Büyüme Anlamının Önemi, 28
<i>Oral sistem, 6</i>	Mandibulanın Gelişimi, 17	Kaynaklar, 28

Ortodonti alanında yetkinlik kazanmak için, özellikle kraniyofasiyal kompleksi oluşturan yapıların büyüme ve gelişimiyle ilişkili biyolojik prensiplerin anlaşılması gereklidir. Ortodontinin ileri düzey uygulamalarında kraniyofasiyal bölgeyi oluşturan sert dokulara, yani iskeletsel yapılara ve dişlere özellikle vurgu yapılır, çünkü bunlar ortodontistin tedavi sırasında ele aldığı kraniyofasiyal kompleksin ana bileşenleridir. Kaslar, sinir dokuları, farengal yapılar gibi diğer kraniyofasiyal yapıların ve dokuların yanı sıra hava yolu gibi boşlukların gelişimi, büyümesi ve fonksiyonu da ortodontistlerin büyük ilgi alanıdır. Bununla birlikte, bu anatomik yapılar, esas olarak yüz ve çene iskeletinin büyümesi, boyutu ve şekli üzerindeki yapısal, işlevsel ve gelişimsel etkileri açısından önem taşımaktadır.

Bu bölüm, ortodontik tedavideki önemi nedeniyle öncelikle kraniyofasiyal kompleksin iskeletsel yapılarının postnatal büyümesine odaklanmaktadır. Aynı zamanda, postnatal büyümeyi anlamak açısından kritik öneme sahip olduğu için kraniyofasiyal doku ve yapıların prenatal gelişimine de önemli bir yer ayrılmıştır. Kraniyofasiyal gelişimin erken dönemlerine ilişkin kapsamlı bir değerlendirme için, okuyucu gelişimsel biyoloji ve insan embriyolojisi üzerine hazırlanmış seçkin kaynaklara yönlendirilmektedir.^{1,2}

SOMATİK BÜYÜME

Kraniyofasiyal kompleksin boyutu ve şekli, bir bireyin genel vücut yapısının temel bileşenleridir. Dahası, somatik büyüme olarak adlandırılan vücudun bir bütün olarak büyümesi ve olgunlaşması, kraniyofasiyal kompleksin büyümesi ve olgunlaşması ile yüksek de-

recede ilişkilidir. Bu nedenle, kraniyofasiyal büyüme durumunun ve potansiyelinin klinik değerlendirmesi ve dolayısıyla ortodonti hastalarında tedavi planlaması, somatik büyüme sürecinin anlaşılmasına büyük ölçüde bağlıdır.³

Diferansiyel Gelişim ve Olgunlaşma

1930'lardaki klasik çalışmasında Scammon⁴, toplam yetişkin boyutunun bir oranı olarak ölçülen postnatal olgunlaşmanın hızı ve zamanlamasının insan vücudunun başlıca sistemleri arasında büyük farklılıklar gösterdiğine dikkat çekmiştir (Şekil 2.1). "Scammon'un eğrileri" olarak bilinen eğrilerde, örneğin, merkezi sinir sisteminin (MSS) olgunlaşmasının esas olarak gebeliğin son trimesterinden 3 ila 6 yaşına kadar tamamlandığı gösterilmektedir. Sonuç olarak, bebekte erken gelişen ve büyüyen beyni barındıran kraniyal kubbe, kraniyofasiyal bölgenin geri kalanına göre orantısız şekilde büyüktür (Şekil 2.2). Buna karşın, üreme organları on yıl sonra, ergenlik döneminde olgunlaşır.

İskelet ve kas sistemlerini kapsayan genel somatik büyüme ve gelişim hızı S şeklinde bir eğri ile karakterizedir. Rölatif büyüme hızı doğum öncesinde çok yüksektir, ancak daha sonra bebeklik döneminde azalır ve çocukluk döneminde daha da yavaşlar. Ergenliğin başlamasıyla birlikte büyüme hızının zirve yaptığı noktaya kadar büyük ölçüde hızlanır, ardından tekrar yavaşlar ve yetişkinlikte tamamen durur. Kraniyofasiyal kompleksin gelişimi ve büyümesi, nöral ve somatik olgunluk modelleri arasında entegre bir şekilde gerçekleşir. Gradyan, en olgun yapı olan kraniumdan başlayarak; sırasıyla anterior kraniyal kaide, posterior kraniyal kaide, maksiller uzunluk, üst yüz yüksekliği, korpus uzunluğu boyunca ilerleyip, en az olgun olan ve genel somatik

dana gelir. Erkeklerde, glabellar ve nukal (ense) bölgeler gibi kraniyal kubbenin belirli bölgeleri, ikincil bir cinsiyet karakteri olarak biraz daha fazla periosteal büyüme sergileyebilir.

KRANIYAL KAİDE

Kraniyal Kaidenin Gelişimi

Gelişmekte olan beyni kraniyal kaide bölgesinde çevreleyen ektomeningeal zar, embriyonik kondrokraniumu oluşturan bir dizi çift kıkırdak yapı oluşturur. Oluşan kıkırdak taslağının ilki, yaklaşık 6 haftalık gebelikte, notokordun proksimal ucunu çevreleyen ve anterior kraniyal kaideyi oluşturan parakordal kıkırdaklar olarak nöral krest hücrelerinden köken alır. Kraniyal kaidenin posterior bileşeni esas olarak mezodermden ortaya çıkarak baziokspital kemiği oluşturur.³⁷ Kondrokraniumun gelişimi daha sonra rostral olarak otik kapsüle doğru ilerler ve bu kapsül temporal kemiğin petroz kısmını; sfenoid kemiğin postsfenoid, presfenoid, alisfenoid ve orbitosfenoid kıkırdaklarını; ve etmoid kemiği, alt konka ve nazal septumu oluşturacak olan nazal kapsül ve mesetmoid yapıları oluşturur. Gebeliğin 8. haftasında, bu ayrı kıkırdak elemanları birleşerek foramen magnumdan rostral olarak burun boşluğunun ucuna kadar uzanan tek bir primer hiyalin kıkırdak olan bazal plağı meydana getirir (Şekil 2.12).

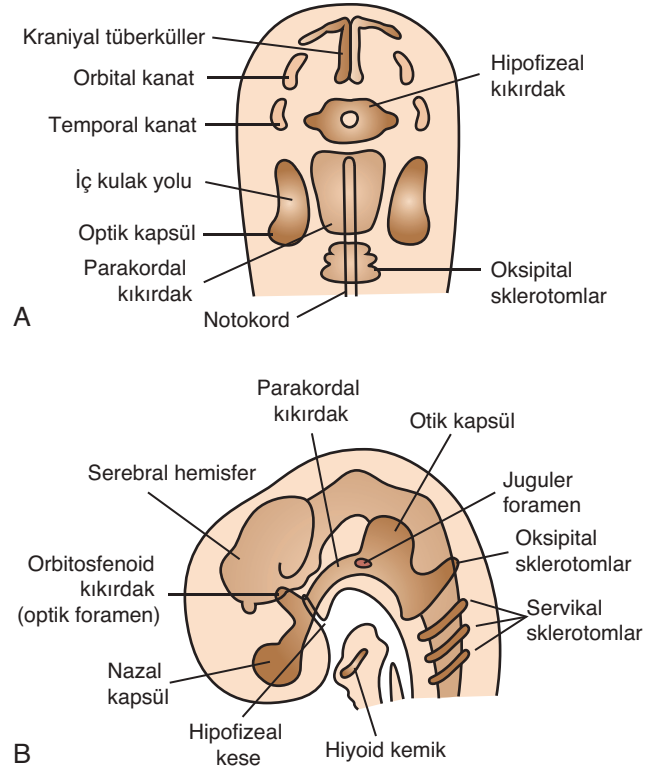
Bazal plakta, ilk olarak parakordal kıkırdaklardan başlayıp 9 ila 16 haftalar arasında sfenoid kompleksi boyunca rostral olarak devam eden ve en geç 36. haftaya kadar etmoid bölgeye kadar uzanan 110'dan fazla kemikleşme merkezi oluşur. Kemikleşme merkezleri kondrokranium içinde ortaya çıktıkça, aradaki kıkırdak segmentleri sinkondrozları oluşturur (Şekil 2.13). Kraniyofasiyal büyümeyi anlamak açısından en önemli kraniyal kaide sinkondrozları, sfenoid gövdesi ile baziokspital kemik arasındaki sfeno-okspital sinkondroz ve sfenoid ile etmoid kemikler arasındaki sfenoetmoidal sinkondrozdur. Sfenoid kemiğin büyük kanadı ve okspital kemiğin skuamöz kısmı, intramembranöz kemikleşme yoluyla gelişir ve büyür.

Sinkondrozal Büyüme Mekanizması

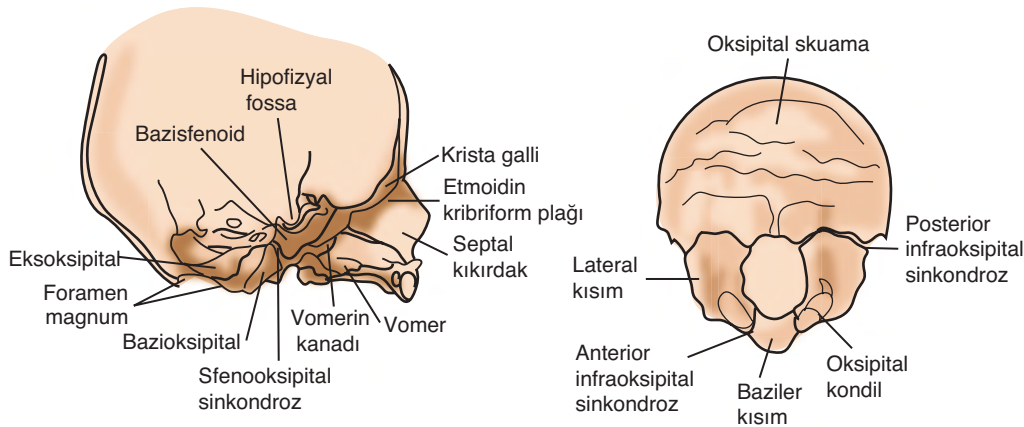
Kraniyal kaide sinkondrozları, endokondral kökenli ve büyümekte olan kemikler arasında bulunan geçici kıkırdak eklemlerdir. Sinkondrozlar en iyi şekilde uzun kemiklerin epifiz büyüme plaklarına benzer olarak düşünülebilir. Fonksiyonel olarak her ikisi de biyomekanik yüklerin üstesinden gelebilecek şekilde kemiğin hızlı endokondral büyümesi

için bir mekanizma sağlar ve böylece doku ayırıcı özellikler sergiler. Gelişimsel olarak, iskeletsel eleman olgun boyut ve şekline ulaştığında, uzun kemiklerin kraniyal kaide sinkondrozları ve uzun kemiklerin epifizyal plakları sinostoz yapar ve yok olur. Bu durum genellikle epifiz büyüme plakları için ergenliğin sonunda meydana gelirken, önemli kraniyal kaide sinkondrozları için juvenil dönemin sonundan ergenliğin sonuna kadar değişir.

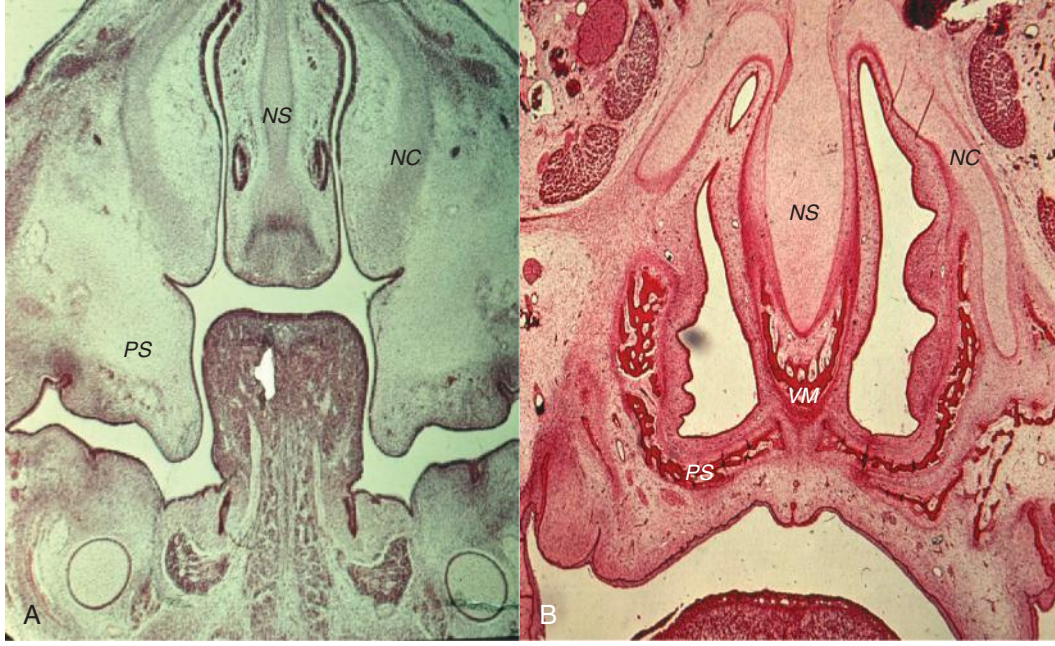
Kraniyal kaide sinkondrozları ve epifizyal büyüme plakları, embriyonik kıkırdak taslağının bir parçası olarak ortaya çıkan primer hiyalin kıkırdaktan köken alır. Vücutta bulunan endokondral kemikler



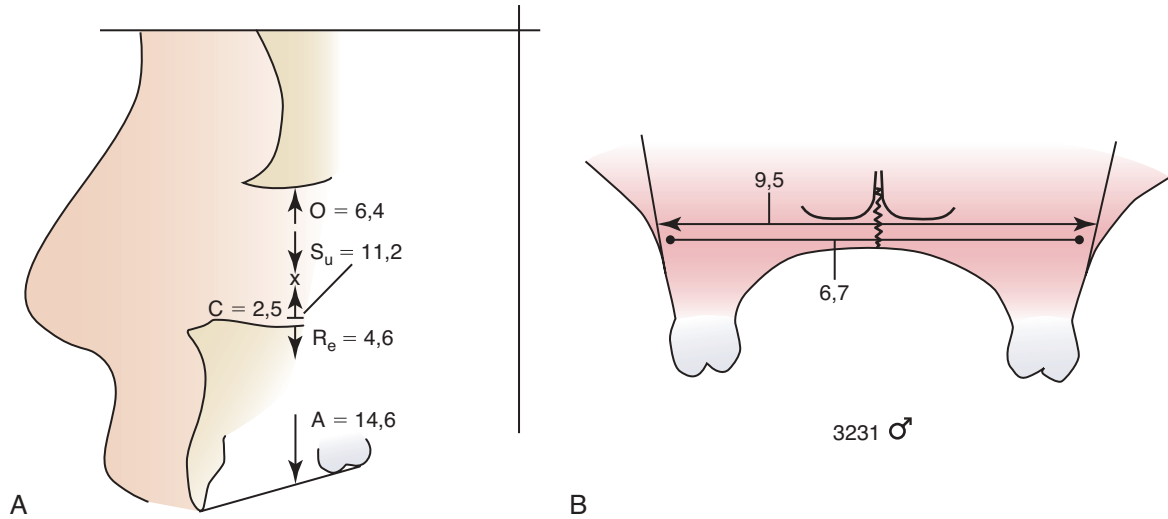
Şekil 2.12 Embriyonik Kondrokraniumu Oluşturan Kıkırdak Bazal Plağın Şematik Gösterimi. A, Dorsoventral görünüm. B, Lateral görünüm.



Şekil 2.13 Sfeno-okspital sinkondroz ve intraokspital sinkondrozları gösteren yenidoğan kafatasının sagittal ve bazal görünümünün çizimi. Sfenoeetmoidal sinkondroz, sfenoid ve etmoid kemikler arasında ortaya çıkacaktır. (Bosma JF Introduction to the symposium. In: Bosma JF ed. Development of the Basicranium. Bethesda, MD: US Department of Health, Education, and Welfare; 1976:3-28'den uyarlanmıştır.)



Şekil 2.20 Yaklaşık 5 haftalık (A) ve 11 haftalık (B) insan fetüslerine ait frontal histolojik kesitler (hematoksi-len-eozin ile boyanmış). NC: Nazal kapsüller kıkırdak; NS: Nazal septal kıkırdak; V: Vomer; PS: Palatal raflar.



Şekil 2.21 A, 4 yaşından yetişkinliğe kadar dokuz erkek çocukta sütün yer değiştirme (S_u), orbital tabanın apozisyonu (O), burun tabanının rezorpsiyonu (Re), infrazigomatik krestteki apozisyon (C) ve dentoalveolar gelişim (A). B, 3,9 ile 17,7 yaşları arasında maksilla ve lateral implantların genişlik değişimleri (mm). (Kaynak: Björk A, Skieller V. Postnatal growth and development of the maxillary complex. İçinde: McNamara JA Jr, ed. Factors Affecting the Growth of the Midface, Ann Arbor, MI: Center for Human Growth and Development, Michigan Craniofacial Growth Series; 1976:61-100.)

(Şekil 2.21). Yer değiştirmelerin yanı sıra, tüm nazomaksiller kompleks boyunca, özellikle posterior ve superior bölgelerde kapsamlı yüzey şekillenmesi gerçekleşir.

Orta yüz yer değiştirdiği sürece, sütün büyümesi meydana gelir ve kemik apozisyon miktarları doğrudan sütün ayrılma miktarlarıyla ilişkilidir. Büyüme, sütünler artık ayrılmayana kadar devam eder. Premaksiller/maksiller sütün yaklaşık 3 ila 5 yaşlarında kaynaşır.⁵² Transvers ve anteroposterior maksiller büyüme ile ilişkili başlıca intermaksiller büyüme yerleri olan midpalatal ve transpalatal maksiller sütünlerin, kapanmanın temel alındığı kriterlere bağlı olarak sırasıyla

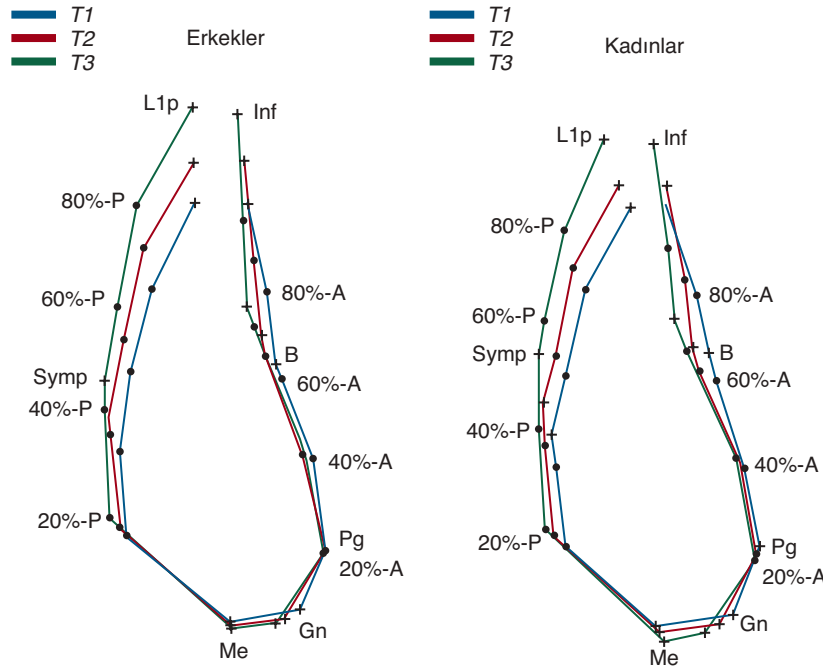
15 ila 18 yaş⁵³ ve 20 ila 25 yaş⁵⁴ arasında kapandığı bildirilmiştir. Daha yeni çalışmalar, yetişkin midpalatal sütünlerde yalnızca sınırlı miktarda sütün obliterasyonu (yani, büyüme durduktan sonra sütün boyunca uzanan kemik köprülerin veya spiküllerin gelişimi) olduğunu göstermektedir.^{55,56} Çocukluk ve ergenlik dönemlerinde sütünlerin giderek kompleks hale gelmesinin yaşa bağlı olmaktan ziyade fonksiyonla ilişkili olduğu görülmektedir.⁵⁷ Veriler sınırlı olsa da, sirkummaksiller sütünlerin kapanmasının, intermaksiller sütünlerin kapanmasından biraz daha geç gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

miğin apozisyonel büyümesidir. Simfizis, özellikle superior kısmında, posterior kısmının superior ve posteriora doğru hareket etmesi (drift) nedeniyle genişler (Şekil 2.33).⁹⁹ Çene kemiğinin üstündeki simfizisin anterior yüzünde rezorpsiyon vardır. Çene hizasında veya hemen üstünde bulunan kortikal bölge, postnatal büyüme sırasında mandibulanın tüm yüzeyinde stabil kalan (yani şekillenmeyen) tek yerdir, bu nedenle ardışık radyografilerin süperimpozisyonu için önemli bir bölge olarak hizmet eder. Anterior korpusun inferior tarafı depolama eğilimindedir, ancak eklenen kemik miktarı sınırlı ve değişkendir.

Mandibula, posterior yüzeyi boyunca gerçekleşen kemik birikimi sonucunda genişler; bu yüzeyin posterolateral yönelimi nedeniyle mandibular gövde hem daha uzun hem de daha geniş bir yapı kazanır. Ramusun superior kısmının genişliğindeki büyüme, yükseklikte meydana gelen önemli artışların bir sonucu olarak biraz daha karmaşıktır. Koronal bir projeksiyonda bakıldığında, ramusun ve koronoid prosesin superior yüzü bir miktar mediolaterale doğru eğimlidir. Mandibular korpus ve ramusun inferior bölümü, bukkal yüzey boyunca gerçekleşen kemik birikimi ile genişlerken; ramusun superior bölgesindeki kemik bukkal yüzeyi rezorptif özellik gösterir, buna karşılık kemiğin lingual ve superior yüzeyleri depozisyon alanlarıdır.

Mandibular büyümedeki en büyük postnatal değişiklikler de bebeklik döneminde meydana gelir; toplam uzunluk (kondilyondan gnathiona [Co-Gn]) ilk yıl boyunca 15 ila 18 mm, ikinci yıl boyunca 8 ila 9 mm artar ve ardından üçüncü yıl boyunca yaklaşık 5 mm artarak yavaşlar. Bu ilk yıllarda, kondiler büyüme ve ramusun superior kısımlarının şekillenmesi posterior ve superior yönlerde doğru gerçekleşir; her iki yöndeki büyüme miktarı yaklaşık olarak eşittir. Bu oryantasyon önemlidir çünkü hızla gelişen dentisyona yer açmak için korpus uzunluğunu hızla artırır. Postnatal ilk birkaç yıldan sonra, kondil ve ramusun superior bölümündeki büyüme belirgin biçimde yavaşlar ve baskın olarak superiora doğru yönelim gösterir.

4,5 yaşına gelindiğinde, ramus yüksekliği erkekler ve kadınlar için sırasıyla yetişkin boyutunun yaklaşık %64 ve %70'ine ulaşmıştır (bkz. Şekil 2.17). Korpus uzunluğu (Go-Gn), orta yüz yüksekliğinin olgunluk modeline yakındır; postnatal büyüme boyunca ramus yüksekliğinden daha olgun kalır. Bu, kraniyofasiyal büyümenin vertikal yönlerinin daha az olgun olduğu ve anteroposterior yönlerden daha fazla postnatal büyüme potansiyeline sahip olduğu genel ilkesini desteklemektedir. Toplam mandibular uzunluk (kondilyondan mentona [Co-Me]) 4 ila 17 yaş arasında en büyük uzunluk artışına (kadın ve erkekler için sırasıyla ~25 ve 30 mm) uğrar, bunu korpus uzunluğu (goniondan pogoniona [Go-Pg]; kadın ve erkekler için sırasıyla yaklaşık 18 ve 22 mm) ve ramus yüksekliği (kondilyondan goniona [Co-Go]; kadın ve erkekler için sırasıyla yaklaşık 14 ve 17 mm) takip eder (Şekil 2.34). Daha sonraki çocukluk ve ergenlik dönemlerinde kondil, posterior büyümeden çok daha fazla miktarda superior büyüme gösterir. Her 1 mm'lik posterior büyüme için 8 ila 9 mm'lik superior büyüme gerçekleşir. Kadınların ve erkeklerin kondillerinin çocukluk ve ergenlik dönemlerinde sırasıyla 2 ila 2,5 ve 2,5 ila 3,0 mm/yıl büyüdüğü ve en büyük oranların ergenlikte ortaya çıktığı tahmin edilmektedir (Şekil 2.35). Koronoid proses ve sigmoid çentik benzer büyüme paternlerini takip eder. Kemik rezorpsiyonu normalde gonial bölgede gerçekleştiğinden, ramus yüksekliği (goniondan kondilyona kadar ölçülen) kondilde gerçekleşen gerçek büyüme miktarını önemli ölçüde az gösterir. Her 3 mm superior kondiler büyüme için gonionda yaklaşık 1 mm rezorpsiyon vardır.¹⁰⁰ 7 ila 15 yaş arasında, biantegonial ve bigonial genişlikler sırasıyla yaklaşık 10 ve 12 mm artar.^{61,63} Daha da önemlisi, mandibular genişlik çocukluk ve ergenlik boyunca artmaya devam eder. Vertikal mandibular büyümede ergenlik atağı kesin olarak meydana gelse de, anteroposterior ve transvers büyüme için belirgin bir atak belirlenmemiştir.



Şekil 2.33 6 (T1), 10 (T2) ve 15 (T3) Yaş Arasındaki Simfizisin Yeniden Şekillenme Değişimleri. (Buschang PH, Julien K, Sachdeva R, et al. Childhood and pubertal growth changes of the human symphysis. Angle Orthod. 1992;62:203-210'dan uyarlanmıştır.)

4. Bir hastanın belirli bir çevresel faktöre (örneğin, ortodontik tedavi) biyolojik tepkisi, genetik ve çevresel faktörlerin önceki etkileşimlerine değil, bireyin ortodontik tedaviye biyolojik tepkisine bağlıdır. Ortodontik tedavinin nihai sonucu, bireyin gelişimsel olgunluğunun zemininde tedavi süresince ifade edilen (veya edilmeyen) genetik faktörlerden üretilen gen ürünleri ve tedavi süresince mevcut olan diğer çevresel faktörler arasındaki genel etkileşimlere bağlı olacaktır.⁹⁻¹² Bununla birlikte, ortodonti ve genetikle ilgili en önemli ve pratik sorular, farklı hastaların “benzersiz” genetik yapıları nedeniyle belirli bir ortodontik tedavi türüne farklı şekillerde tepki verip vermediklerinin belirlenmesinde yatmaktadır.¹

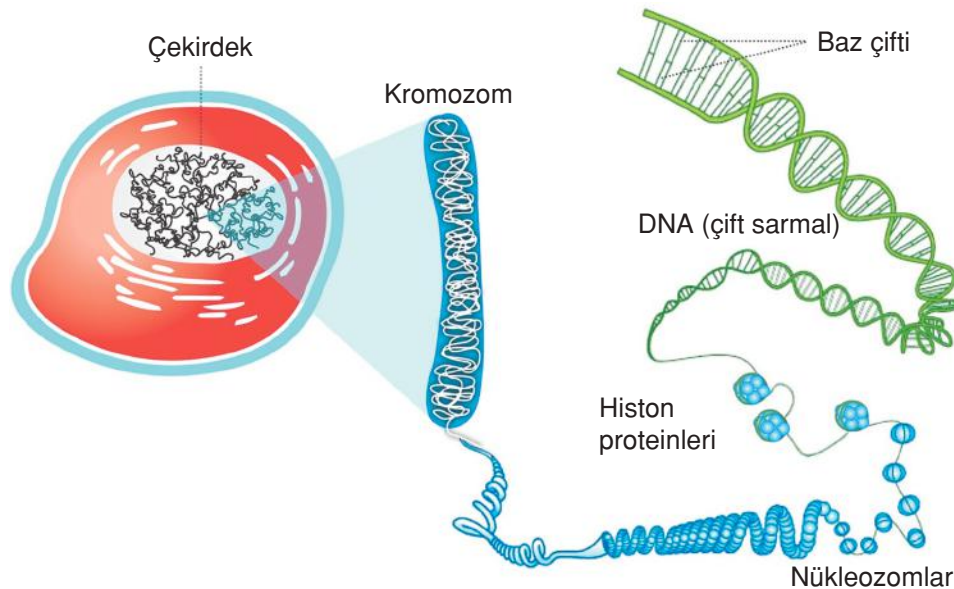
GENEL BİLGİLER VE TEMEL TANIMLAR

Devam etmeden önce, birkaç temel genetik tanım ve kavram açıklaması gereklidir. Bir organizmanın genomu, o organizma için genetik bilgilerin eksiksiz verisi olarak tanımlanır. Nisan 2003'te tamamlanan İnsan Genomu Projesi (HGP), insan genomunun genel boyutu ve karmaşıklığı hakkında daha fazla bilgi edinmemize yardımcı oldu. İnsan genomunun, vücutun hemen hemen her hücresinde bulunan ~3,2 milyar kimyasal nükleotid baz çiftinden oluşan bir deoksiribonükleik asit (DNA) çift sarmalından oluştuğunu öğrendik.¹³ Genetik talimatlar veya DNA kodu(ları), çift sarmal yapıda adenin (A) bazının timin (T) ile ve sitozin (C) bazının guanin (G) ile eşleştiği çift sarmal boyunca A, T, C ve G bazlarının doğrusal paterni, sırası ve sayısı tarafından oluşturulur (Şekil 3.1). Bu genetik bilgi normalde kromozom adı verilen daha küçük birimler (her biri ~50 ila 250 milyon baz çifti uzunluğunda) halinde organize olmuştur.¹³ Bir kromozom, histon adı verilen proteinlerin etrafına sarılmış çift sarmallı DNA'nın sürekli bir uzantısından oluşur. Histonlar, DNA birimlerinin hücrelerimizin çekirdeğine sıkıca paketlenmesini sağlar ve hücrelerimizin genomda bulunan genetik bilginin bölümlerini ne zaman ve nerede kullanacağını düzenlenmesinde önemli bir rol oynarlar.¹⁴ Toplamda, her birimiz toplam 46 kromozom miras alırız: Boyut ve diğer özelliklere göre numaralan-

dırılmış otozom adı verilen 22 *homolog kromozom çifti* ile kadınlarda homolog (X, X) ve erkeklerde sadece kısmen homolog (X, Y) olan bir çift cinsiyet kromozomu (Şekil 3.2). *Homolog kromozomlar*, boyut ve yapısal özellikler açısından benzer olan genetik materyal birimleridir. Gebelik ile birlikte, bir kişi kendisini benzersiz bir birey yapan 46 kromozomun tamamını (toplamda 22 otozomal çift ve bir çift cinsiyet kromozomu) miras alır; her otozomal çift için birer kromozom her bir ebeveynden gelir ve yine birer cinsiyet kromozomu her bir ebeveynden alınır. Sonraki tüm hücrelerdeki kromozomlar, orijinal maternal veya paternal kromozomların kopyalarıdır.

Kromozomlara daha yakından baktığımızda, kalıtımın en küçük fiziksel ve işlevsel birimini temsil eden “*gen*” adı verilen daha küçük birimler halinde daha da organize olduklarını görürüz. Bir gen, bir haberci RNA ara maddesi (mRNA) (Şekil 3.3) yoluyla belirli bir polipeptitin (protein) sentezini ya da transfer RNA (tRNA), ribozomal RNA (rRNA) ve mikroRNA (miRNA) veya uzun kodlamayan RNA (lncRNA) gibi kodlamayan düzenleyici RNA molekülleri gibi belirli bir RNA molekülünün sentezini kodlayan tam DNA dizisi olarak tanımlanabilir.¹⁵ Bir birey normalde genomdaki her genin iki kopyasını miras alır: bir gen kopyası maternal kökenli otozom veya cinsiyet kromozomunda ve diğer gen kopyası paternal kökenli otozom veya cinsiyet kromozomundadır; ancak X kromozomu Y kromozomundan daha fazla gene sahiptir. HGP'nin bulgularına dayanarak şunları öğrendik: (1) insan genomunda tahmini 20.500 ila 25.000 gen vardır, (2) genlerimiz tüm genomun yalnızca %2'sini oluşturur ve (3) ortalama bir genin uzunluğu 3000 nükleotid baz çiftidir.¹³

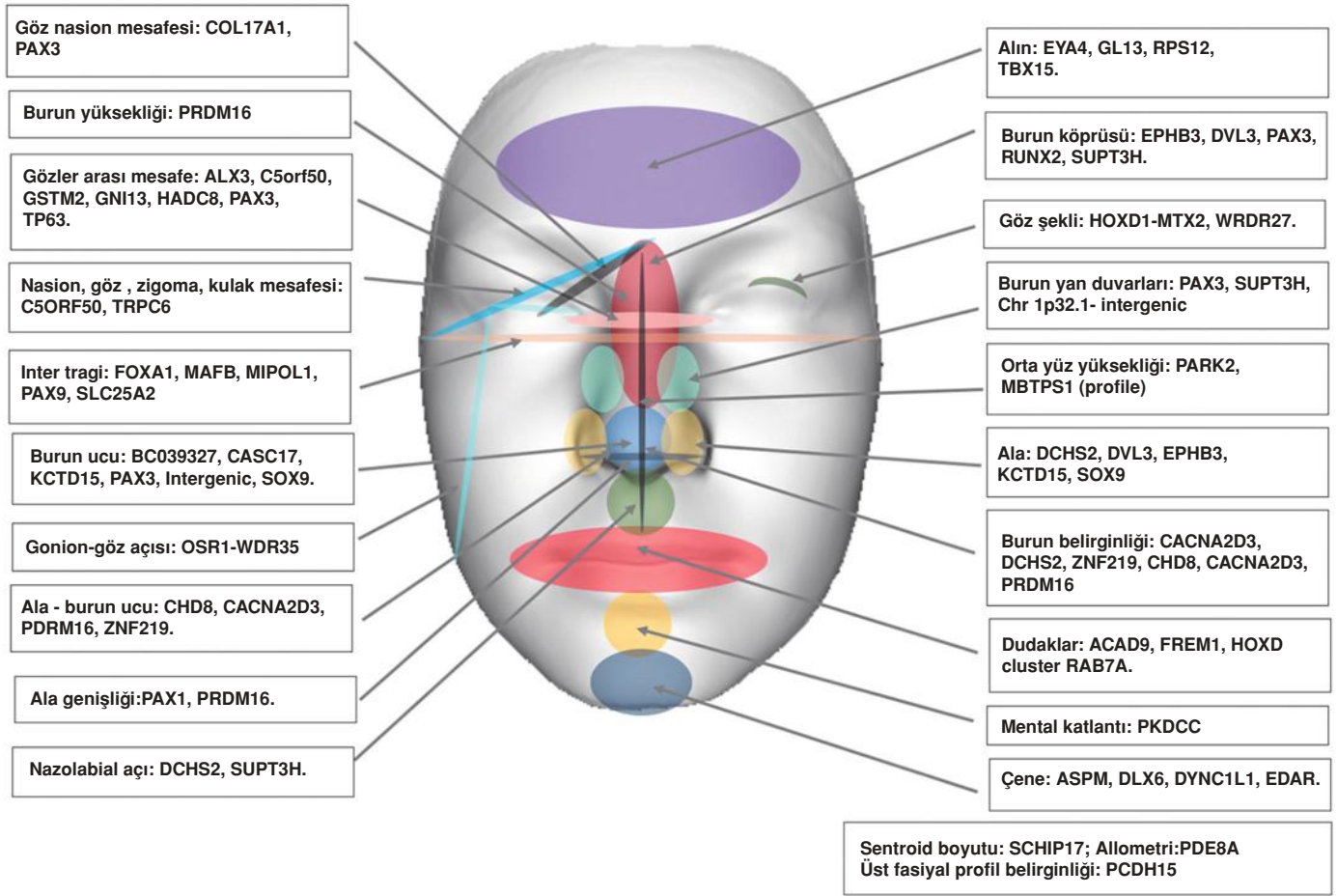
İnsan genomunda her gen, “*lokus*” adı verilen belirli bir konumda bulunur (Şekil 3.4). Lokus terimi, tek bir genetik bölge veya konumu tanımlarken, “*loki*” terimi çoğul halidir. Bir çift homolog kromozomda aynı lokustaki genlere “*alel*” denir. Bir alel, maternal alelin bir kopyası olurken, diğeri paternal alelin bir kopyası olur. Bu aleller aynı değilse, farklı polipeptit (protein) dizileri ve muhtemelen farklı etkiler üretebilirler. Bir çift alel DNA dizisinde aynı olduğunda (örneğin, alel A ve alel A), bireyin o lokus için homozigot olduğu söylenir. Ancak, iki alel



© The University of Waikato Te Whare Wānanga o Waikato | www.sciencelearn.org.nz

Şekil 3.1 İnsan hücresinin diyagramı, büyütülmüş kromozom, histonların etrafına sarılmış DNA, DNA çift sarmal yapısı ve baz eşleşmesi, öyle ki adenin (A) timin (T) ile ve sitozin (C) guanin (G) ile eşleşir. (Waikato Te Whare o Waikato Üniversitesi'nden | www.sciencelearn.org.nz. İzin alınmıştır.)

Normal popülasyonlarda bölgesel yüz özellikleriyle gen ilişkisi



Şekil 3.15 Normal popülasyonlarda bölgesel yüz özellikleriyle gen ilişkisi. (Richmond S, Howe LJ, Lewis S, Stergiakouli E, Zhurov A. Facial genetics: a brief overview. Front Genet. 2018;9:462. Telif hakkı © 2018 Richmond, Howe, Lewis, Stergiakouli ve Zhurov. Creative Commons Atıf Lisansı [CC BY] şartları altında kullanılmıştır.)

önce Angle Sınıf I, II veya III olarak sınıflandırsalar da biz oklüzyonun çeşitli alt tiplerinin farklı genetik ve çevresel etkilere bağlı olduğundan şüpheleniyoruz. Angle sınıflandırmasının daha ileri detaylandırılması, klinik olarak Sınıf II bölüm 1 ve 2 fenotipleri için yapılmıştır. Daha fazla alt tipin gerekçesi, boyuta göre standardize etmek için Procrustes dönüşümüne uğramış veya uğramamış olabilen sefalometrik değişkenlerin istatistiksel küme analizine dayanmaktadır; morfometrik analize tabi tutulacak göreceli boyut ve şekildeki farklılıklar dışarıda bırakılmıştır. Çalışmaların çoğu, örneklem ve kümeleri tanımlamak için kullanılan parametrelere bağlı olarak değişken sayıda küme veya alt tipin belirlendiği Sınıf III “alt tiplerini” açıklamaya çalışmıştır.^{78,79} Sınıf III yüz şekliyle ilgili çalışmaların çoğu beyaz ırk popülasyonlarına odaklansa da diğer ırksal ve etnik popülasyonlar için de sınırlı sayıda çalışma mevcuttur.⁸⁰⁻⁸⁴ Ayrıca, benzer yüz şekli çalışmaları Sınıf II deneklerle de tamamlanmıştır.^{85,86}

Farklı popülasyonlar bazen farklı yöntemlerle analiz edildikleri için aynı sayıda küme veya alt tipe ulaşılmaması şaşırtıcı değildir. Alt tipler; onları üreten genetik ve çevresel faktörleri, büyüme modellerini, farklı tedavi ve retansiyon biçimlerine nasıl yanıt verdiklerini ve etnik gruplar arasında nasıl farklılık gösterebileceklerini keşfetmek için daha homojen sınırlarla ayrılabilir.⁷⁹ Bunu zaten alt tipleri gözlemleyerek ve açık kapanış ile derin kapanış vb. özellikleri belirleyerek bir dereceye kadar yapıyoruz.

Sınıf III maloklüzyonun prevalansı değişkendir ve farklı etnik gruplarda farklı anatomik özellikler gösterebilir. Daha detaylı bilgiye online ek bölümünden ulaşabilirsiniz. Bu heterojenlik ve olası epistaz (gen ekspresyonundaki gen ürünleri arasında etkileşim) göz önüne alındığında, bugüne kadar yapılan genetik bağlantı çalışmalarının, çeşitli kromozomal bölgelerde bu özelliği etkileyen genetik lokusların olası yerlerini gösterdiği öngörülebilir. İskeletsel Sınıf III ile ilişkili bazı genetik varyantlar farklı etnik gruplar arasında yaygın olsa da, etnik gruplar arasında Sınıf III’ün görülme sıklığındaki farklılık göz önüne alındığında, genetik varyantların çoğunun farklı etnik gruplar için benzersiz olduğunun bulunması şaşırtıcı değildir.^{78,87} İlginç bir şekilde, fibroblast büyüme faktörü reseptörü 2 (FGFR2) ve Miyosin 1H (MYO1H) genlerinin yakınında veya içinde bulunan farklı genetik varyantlar, Sınıf III veya Sınıf II iskeletsel maloklüzyonlarla ilişkilendirilmiştir ve bu da bu genler tarafından kodlanan proteinlerden kaynaklanan genel bir büyüme etkisi olduğunu düşündürmektedir.⁸⁸⁻⁹⁴

Sınıf III maloklüzyon ile çok sayıda genetik lokus ilişkilendirilmiş olsa da, yalnızca az sayıda çalışma aşağıdaki genler içinde nedensel genetik mutasyonları tanımlamıştır: (1) Estonya’dan bir ailedeki ve Malezya’dan bir ailedeki çift özgülüklü fosfat 6 (DUSP6) geni⁹⁵ (2) İtalyan bir ailedeki Rho GTPaz aktive edici protein 21 (ARHGAP21) geni,⁹⁶ (3) Çin’in Henan Eyaletinden bir ailedeki fibroblast büyüme faktörü 23 (FGF23) geni,⁹⁷ (4) Çinli bir ailede trombospodin tip 1,

Ortodontinin Biyolojik Temelleri

Nan E. Hatch and Zongyang Sun
Çeviri: Dr. Bengisu Akarsu Güven

İÇİNDEKİLER

Giriş, 51	Ortodontik Diş Hareketinin Lokal Biyolojik Mediyatörleri, 61	Hareketi, 64
Dişi Destekleyen Dokular, 51	Nöropeptidler ve Ortodontik Diş Hareketi, 61	Lazer Uygulaması ile Hızlandırılmış Diş Hareketi, 65
Diş eti, 51	Osteoklastogenezin ve Diş Hareketinin Kontrolü İçin RANK/RANKL/OPG Sistemi, 61	Diş Hareketlerinin Türleri, 65
Periodontal Ligament, 52	Ortodontik Diş Hareketinde Yer Alan Osteogenezin Biyolojik Kontrolü, 63	<i>Tipping</i> , 65
Sement, 53	Ortodontik Diş Hareketinin Biyolojisini Stimüle Etmeyi Amaçlayan Fiziksel Yöntemler, 64	<i>Gövdesel Hareket</i> , 66
Alveolar Kemik, 54	Hasar ile Hızlandırılmış Diş Hareketi, 64	<i>Rotasyon</i> , 66
Kemik Boyunca Ortodontik Diş Hareketinin Biyolojisi, 56	Titreşim ile Hızlandırılmış Diş Hareketi, 64	<i>Ekstrüzyon</i> , 67
Doku Düzeyindeki Kemik Değişikliklerinin Diş Hareketine Yol Açtığını Gösteren Temel Çalışmalar, 56		<i>İntrüzyon</i> , 68
Kemik Boyunca Diş Hareketini Sağlayan Kemiğin Şekillenmesi Faaliyeti, 59		Labial/Bukkal Yöndeki Hareketler, 68
Biyokimyasal Hücre Sinyallerini Uyararak Mekanik Ortodontik Kuvvetler, 59		Ortodontik Retansiyon ve Relapsda Görülen Doku Reaksiyonları, 69
		Gelecekteki Yaklaşımlar, 70
		Kaynaklar, 71

GİRİŞ

Günümüzde ortodontik tedavi, bazen yardımcı tekniklerle birlikte kullanılan çok sayıda hareketli ve sabit apaceyden oluşmaktadır. Tasarımdaki farklılıklara rağmen, hepsi dişlere ve komşu yapılara etki eden kuvvetlerin kullanımını ve kontrolünü içerir. Bu kuvvetlerin neden olduğu esas değişiklikler dentoalveolar sistemde görülür ve diş hareketine neden olur. Uygun ortodontik kuvvet, diş hareketini kolaylaştıran optimal hücresele ve doku cevabını oluşturmayı amaçlarken, uygun olmayan kuvvet doğru bir biyolojik cevaba yol açmaz ve olumsuz doku reaksiyonlarını başlatabilir. Ortodontik kuvvet uygulamasına diş, yumuşak doku ve kemik yanıtlarını kontrol eden, diş hareketinin altında yatan biyolojidir.

Bu bölümün temel amacı, ortodontik tedavinin aktif aşamalarında, retansiyon ve retansiyon sonrası dönemlerde periodonsiyumdaki hücre ve doku reaksiyonlarını tanımlamaktır.

DIŞI DESTEKLEYEN DOKULAR

Diş hareketi sırasında, uygulanan kuvvetin büyüklüğüne, yönüne ve süresine ve ortodontik tedavi gören hastanın yaşına ve sağlığına bağlı olarak periodonsiyumda değişiklikler meydana gelir. Diş hareketi, hücre popülasyonu ve doku adaptasyon kapasitesindeki dokuya özgü farklılıklarıyla birlikte diş eti, periodontal ligament (PDL), kök sementi ve alveolar kemikte değişiklikler gerektiren karmaşık bir süreçtir. Bu nedenle, bu bölüm öncelikle periodonsiyumun kısa bir tanımını sunmaktadır.¹

Diş eti

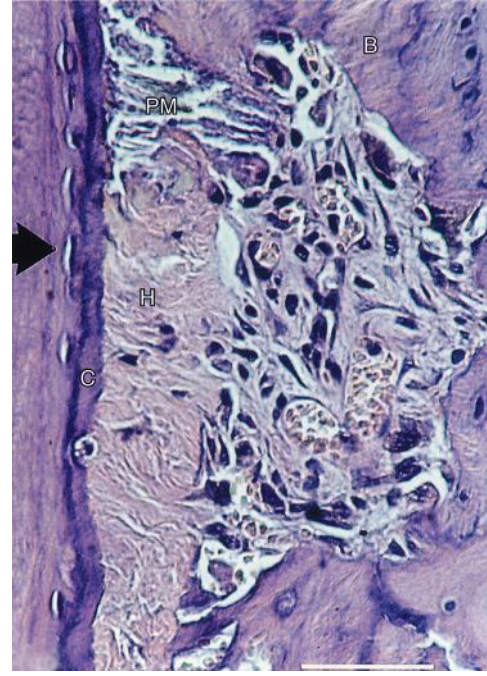
Diş eti, serbest ve yapışık diş eti olarak ikiye ayrılır (Şekil 4.1). Klinik olarak sağlıklı bir durumda serbest diş eti, mine yüzeyi ile yakın temas halindedir ve diş sürmesi tamamlandıktan sonra serbest diş eti sınırı sementoenamel birleşimin 0,5 ila 2 mm koronalinde yer alır. Yapışık diş eti, bağ dokusu lifleri aracılığıyla alttaki alveolar kemiğe ve semente sıkıca bağlıdır ve bu nedenle alttaki dokuya göre nispeten hareketsizdir.

Diş etinin baskın bileşeni olan bağ dokusu; kollajen lifleri, fibroblastlar, damarlar, sinirler ve hücre dışı matriksten oluşur. *Fibroblast*, çeşitli lif türlerinin üretiminde yer alır, ancak aynı zamanda bağ dokusu matriksinin sentezinde de etkilidir. *Kollajen lifleri*, çoğu farklı konumlara sahip gruplar halinde toplanan kollajen fibril demetleridir (Şekil 4.2). Diş eti mimari formunun ve dentogingival ataşmanın bütünlüğünü korumak için gereken esnekliği ve tonusu sağlarlar.

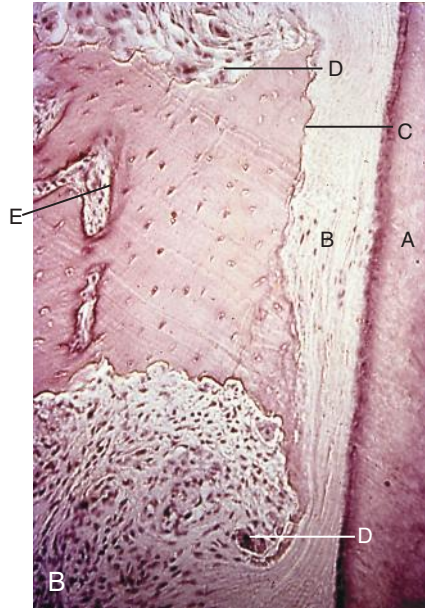
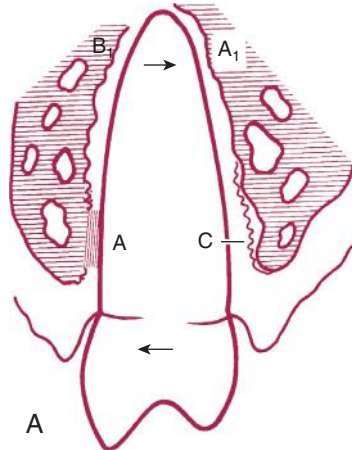
Genel olarak, diş etindeki kollajen dönüşüm (turnover) hızı periodontal ligamenttenkinden daha düşüktür. Yavaş gingival lif dönüşümü, transseptal liflerin tendonlara benzer şekilde işlev görerek dişe sağlam bir ankraj sağlamasıyla bu doku üzerindeki düşük fonksiyonel stresin bir sonucu olabilir. Diş eti epitelinin yeniden şekillenmesi ve rejenerasyonu da yavaş olabilir. Bu durum, dişin hareket ettirildiği yumuşak doku bölgesinde, epitel altındaki dokuların açığa çıkması sonucu oluşan kırmızı bir alanın (patch) görünmesiyle kanıtlanır. Bu kırmızı alan genellikle dişin hareket ettirildiği bölgedeki yumuşak dokunun katlantısıyla birlikte ortaya çıkar; bu da yine diş eti epitelinin yeniden şekillenmesinin yavaş olmasından kaynaklanır (Şekil 4.3 ve 4.4). Kırmızı alan ve/veya katlantı sonunda kendiliğinden kaybolursa da, diş eti kat-

4.15). Sandstedt, daha hafif ortodontik sıkıştırıcı kuvvetlerin alveolar duvar boyunca hızlı kemik rezorpsiyonuna yol açtığını, daha ağır sıkıştırıcı ortodontik kuvvetlerin ise alveolar duvar boyunca PDL aralığı içinde nekroza (hücre ölümüne) yol açtığını (hiyalinize doku olarak tanımlanır) gösteren ilk kişiydi (Şekil 4.16). Ayrıca, bu hiyalinize veya nekrotik alanlardaki diş hareketinin, sadece alttaki kemik iliği boşluklarında kemik rezorpsiyonunun alveolar kemiği zayıflatmak için yeterli olmasından sonra (undermining veya indirekt rezorpsiyon olarak tanımlanır) meydana geldiğini belirtmiştir. Şimdi biliyoruz ki, daha ağır ortodontik kuvvetlerin uygulandığı ve kuvvetin yoğunlaştığı bölgelerde oluşan nekrotik doku, diş socketinin basınç bölgesinde kemik rezorpsiyonu için osteoklastların invazyonu öncesinde makrofajlar tarafından temizlenmelidir (Şekil 4.17).

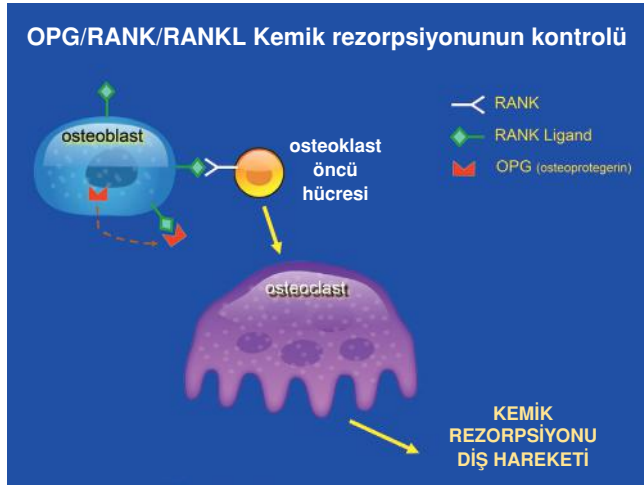
Schwarz, Sandstedt'in bulgularını genişleterek, ortodontik kuvvetlere karşı doku yanıtını PDL kapiller kan basıncı ile Atıf superscript yapılacaktır. ilişkilendirmiştir.¹³ Daha hafif ortodontik kuvvetlerin, hızlı alveolar kemik rezorpsiyonu ve diş hareketine yol açtığını; bu kuvvetlerin periodontal ligament kapiller kan basıncının altında kalan kuvvetler olduğunu, buna karşılık daha ağır ortodontik kuvvetlerin ise "peridental membranın boğulmasına" (suffocation) neden olarak doku nekrozuna ve ortodontik diş hareketinde gecikmeye yol açtığını belirtmiştir.¹³ Bu bulgular, çok sayıda başka çalışmayla birlikte, ortodontik kuvvetlerin kemik şekillenmesi faaliyetini içeren biyolojik bir cevabı uyarak dişleri hareket ettirdiğini öne sürmüştür. Bu sonuçlar ayrıca, ortodontik kuvvet uygulamasının basınç tarafında alveolar duvar boyunca kemik rezorpsiyonu oluşması için iskemi (oksijen kaybı) ve nekrozla sonuçlanan PDL kan damarlarının tıkanmasının gerekli olmadığını göstermiştir. Başka bir deyişle, mekanik doku değişikliklerine neden olan ve lokal oksijen basıncını azaltan ancak ortadan kaldırmayan hafif sıkıştırıcı kuvvetler alveolar kemik rezorpsiyonunu uyabilir, bu da nekroz olmaksızın ve önemli bir gecikme olmaksızın diş socketinin orijinal sınırlarının ötesinde diş hareketine izin verir.



Şekil 4.16 Hiyalinize/nekrotik doku kalıntılarına yakın sıçan PDL'sinin ortasında, göç eden çok çekirdekli hücrelerin histolojisi. B, Kemik; PM, kök sementine yakın periodontal membran; C, sement; H, hiyalinize veya nekrotik doku. Vücudun lokal dokulardaki oksijen seviyelerini artırmaya çalışması ve nekrotik dokuyu uzaklaştırmak için makrofaj infiltrasyonuna izin vermesiyle nekrotik dokuya bitişik PDL'deki genişlemiş kan damarlarına dikkat edin. Ok diş hareketinin yönünü göstermektedir. (Brudvik P, Rygh P. The initial phase of orthodontic root resorption incident to local compression of the PDL. Eur J Orthod. 1993;15:249–263'den alıntılanmıştır.)



Şekil 4.17 A, Yüksek kuvvet ve/veya kuvvet yoğunluğu olan alanlarda, A'da nekrotik doku bölgesi oluşumu ve C'de yeni osteoid oluşumu ile diş hareketi gecikir. A ve B, apikal bölgede karşılık gelen basınç ve gerilme taraflarını temsil eder. B, Nekrotik doku bölgesine karşılık gelen alan (A'da A): 12 yaşındaki bir hastada üst birinci premolar. Yüksek basınç alanında nekrotik doku belirgindir. Osteoklastlar kemik iliği boşluklarında henüz oluşmamıştır. A, Kök yüzeyi; B, hiyalinize dokuda kalan piknotik hücre çekirdekleri; C, ters çevrilmiş çizgi; D, osteoklastlarla kemik rezorpsiyonu; E, kemik iliği boşluğu.



Şekil 4.22 Osteoklastogenezin kontrolü için RANK/RANKL/OPG yolu.

aktivitesi normal kemik fizyolojisi için gerekli olduğundan, sağlıklı insanlarda kemik rezorpsiyonunun lokal kontrolü için osteoklast inhibitörlerinin kullanımı, verilen proteinin istenmeyen sistemik etkilere yol açması durumunda sınırlı olacaktır.

ORTODONTİK DİŞ HAREKETİNDE YER ALAN OSTEOGENEZİN BİYOLOJİK KONTROLÜ

Alveolar kemik şekillenmesi ve yeniden şekillenmesinde rol alan osteogenezden sorumlu primer hücre tipi olarak, PDL-kemik arayüzündeki aktif osteoblastların çoğu, ortodontik kuvvet uygulanmasıyla farklılaşmak ve kemik biriktirmek için uyarılan progenitör hücrelerden köken alır. Histolojik olarak osteoblastlar, kemik yüzeyleri boyunca kümelenmiş gibi görünen, kuvvetli bazofilik sitoplazmaya sahip, kübik şekilli, tek çekirdekli hücrelerdir. Diş gelişimi sırasında, primer alveolar kemiği oluşturan osteoblastlar büyük ölçüde ilk brankial arkındaki nöral krest kaynaklı ektomezenkimial kök hücrelerden kaynaklanır.⁷⁴ Bu kök hücrelerin olgun periodonsiyumda osteoblastlar için postnatal progenitör hücre kaynağı olarak kalıp kalmadığı bilinmemekle birlikte, yetişkinlerde bile PDL ve alveolar kemiğin osteoblastlar için sabit bir progenitör hücre kaynağına sahip olduğu açıktır.⁷⁵

Birkaç bulgu, osteoprogenitör hücrelerin ana kaynağının perivasküler kök hücrelerden (PDL ve alveolar kemik kan damarları etrafındaki) türediğine dair önemli kanıtlar sunmaktadır. McCulloch, fare periodonsiyumuna bölünen hücreleri etiketleyen 3H-timidin uygulayarak, kan damarlarının 10 µm yakınında yavaşça bölünen progenitör hücre popülasyonu olduğunu göstermiştir.⁷⁶ Daha sonra, Roberts ve ark. sıçanlarda molarları çevreleyen PDL'de kan damarlarından yayılan bir osteojenik gradyan olduğunu bulmuşlardır. Daha az farklılaşmış progenitör hücreler, çoğunlukla en yakın büyük kan damarına 20 µm uzaklıkta yerleşmişken, damar duvarından 30 µm uzaklıktaki hücreler çoğalma, farklılaşma ve kemik yüzeyine doğru göç etme süreçlerinden geçerek osteoblastlara dönüşmüşlerdir.⁷⁷ Aynı zamanda, McCulloch ve ark. alveolar kemiğin endosteal boşluklarındaki paravasküler dokuların progenitör hücrelerle zenginleştiğini ve bu hücrelerin PDL'ye hızla göç edebildiğini ileri sürmüştür.⁷⁸ Yakın zamanda, araştırmacılar STRO-1, CD146, CD90, CD44 ve CD105 dahil olmak üzere mezenkimial kök hücrelerinin varlığını gösteren çok sayıda hücre yüzey belirtecini eksprese eden bir hücre popülasyonunu PDL'den başarıyla izole etmişlerdir.⁷⁹⁻⁸⁰

Bir diğer olası osteoblast kaynağı, periosteum içinde alveolar kemik yüzeyinde yer alan kemik örtü hücrelerinden gelmektedir. Kemik örtü hücreleri, aktif olmayan kemik yüzeylerini kaplayan düz veya hafif

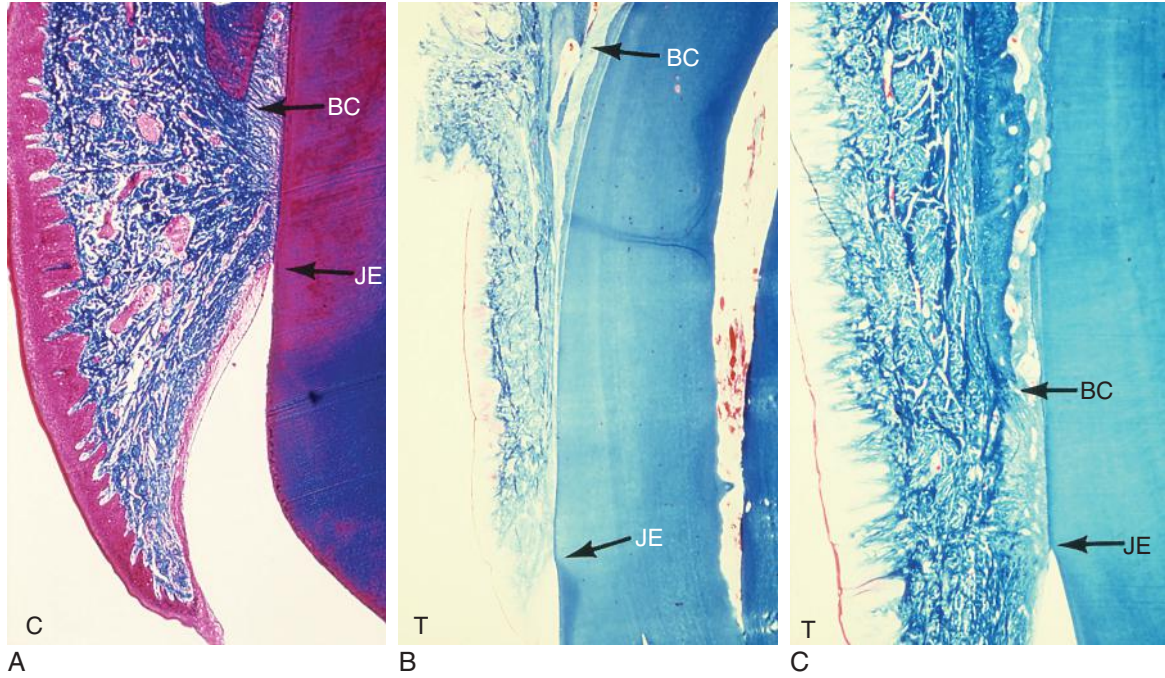
oval çekirdekli ince, uzun hücrelerdir.⁸¹ Birbirleriyle geçit bağlantıları (gap junctions) aracılığıyla bağlantı kurarlar ve hücre uzantılarını kemik yüzeylerindeki kanallıklara gönderirler ve burada komşu osteositlerin sitoplazmik uzantılarıyla bağlantılar oluşturabilirler. Kemik örtü hücrelerinin, kemik oluşumunu tamamladıktan sonra osteoblastların sessiz kalıntıları olduğu genel olarak kabul edilse de, bazı kanıtlar bu örtü hücrelerinin paratiroid hormon (PTH)⁸² veya mekanik yüklemeye gibi belirli uyarılara bağlı olarak osteoblastlara farklılaşabileceğini göstermiştir.⁸³

Mezenkimial kök hücrelerin olgun osteoblastlara farklılaşması; her aşaması hücre morfolojisinin, hücre dışı matrikslerin üretiminin ve gen ekspresyonunun belirli özellikleriyle tanımlanan çok aşamalı bir süreçtir.⁸⁴⁻⁸⁷ Osteoblast farklılaşmasının düzenlenmesiyle ilgili özellikle önemli bir husus, birkaç anahtar transkripsiyon faktörünün ekspresyonudur. Runt ile ilişkili transkripsiyon faktörü 2 (Runx2), mezenkimial kök hücrelerin kemik hücresi olma yolunda farklılaşmalarını sağlamak için gereklidir. Runx2 ayrıca osteoblast farklılaşmasının tüm erken aşamalarını düzenler ve bir diğer önemli osteoblastik transkripsiyon faktörü olan Osterix (Osx) için yukarı akış düzenleyicisi olarak görev yapar. Osx, hem Runx2'ye bağımlı hem de Runx2'den bağımsız yollarla, osteoprogenitör hücrelerin olgunlaşmamış osteoblastlara farklılaşmasına yardım eder. Üçüncü önemli transkripsiyon faktörü, Runx2 ile etkileşime girerek olgun osteoblastların transkripsiyonel aktivitelerini düzenleyen aktive edici transkripsiyon faktördür (ATF4). Bir araya getirildiğinde, bu transkripsiyon faktörleri yalnızca osteoblast farklılaşmasının belirteçleri olarak hizmet etmekle kalmaz, aynı zamanda osteoblast farklılaşmasının ve fonksiyonunun düzenlenmesinde kritik roller oynar. Bu transkripsiyon faktörlerinin ekspresyonunun değiştirilmesiyle, osteoblast farklılaşmasının düzenlenmesinde bir dizi moleküler yolak rol oynar. Kanonik Wnt sinyal iletim yolu, transforme edici büyüme faktörleri (TGF'ler), kemik morfojenik proteinleri (BMP'ler), fibroblast büyüme faktörleri (FGF'ler), boşluk bağlantı proteini konneksin 43 (Cx43) ve kalsiyum iyonu (Ca²⁺) aracılı kanonik olmayan Wnt yollarının tümü osteoblast farklılaşmasının olası düzenleyicileridir.^{7,87}

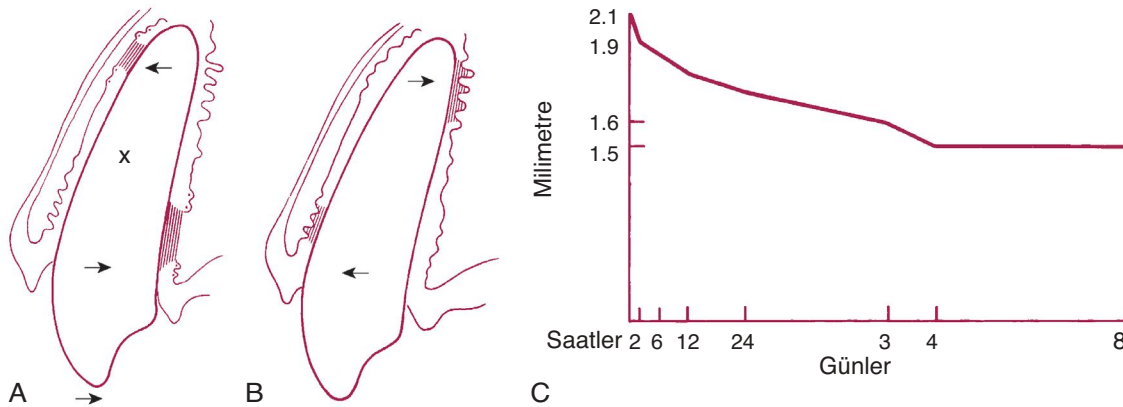
Olgun osteoblastlar birçok iş yapabilen hücrelerdir. Kemik oluşturma yanı sıra osteoklastları ve hematopoetik kök hücreleri düzenlerler ve endokrin hücreler olarak da fonksiyon görebilirler.⁸⁷ Kemik oluşturmak için osteoblastlar önce yüksek oranda kollajenöz bir hücre dışı matriks üretirler. Bu mineralize olmayan doku tabakası (osteoid) tip I kollajen, osteopontin, osteokalsin ve kemik sialoproteini gibi birçok yapısal ve düzenleyici proteinler içerir. Osteoblastlar daha sonra, matriks veziküllerinin ve lokal inorganik fosfat konsantrasyonlarını artırma işlevi gören bir dizi enzim ve proteinin üretimini içeren sıkı bir şekilde kontrol edilen bir süreç aracılığıyla osteoidi mineralize eder. Osteoblastların ve osteoblast kökenli matriks veziküllerinin yüzeyinde, ektonükleotid pirofosfataz/fosfodiesteraz 1 (Enpp1) nükleotidlerden (ATP) inorganik pirofosfat üretir; bu molekül daha sonra dokuya özgü olmayan alkalen fosfataz (TNAP/ALP/Alpl) enzimi tarafından inorganik fosfata dönüştürülür. Fosfo1 (bir fosfataz) ve ankiloz proteini (Ank) olarak bilinen pirofosfat taşıyıcısı da bu süreçte katkıda bulunur. Bu olaylar hidroksiapatit kristallerinin (kemiğin kalsiyum/fosfat mineral bileşeni) çökmesine ve kemiğin mineralizasyonuna yol açar.

Ortodontik tedavi sırasında dişlere uygulanan mekanik kuvvetler PDL ve alveolar kemiğe iletilir. Uzun kemiklerle karşılaştırıldığında, diş-PDL-alveolar kemik kompleksi benzersiz bir ortam sunar. Bu ortamda, özellikle ortodontik gerilme tarafında osteogenez başlatılan mekanik algılama (mechanosensing) kapsamlı bir tartışma ve inceleme konusu olmuştur.⁸⁸⁻⁹¹ Özetle, daha önce özetlendiği gibi özellikle kemik mekanobiyolojisi üzerine yapılan temel araştırmalardaki büyük ilerlemeler sayesinde, alveolar kemik ve PDL'deki hücrelerin her ikisinin de mekanik yüklenmeyi algılamada ve osteoblast farklılaşmasını ve fonksiyonunu aktive etmede kritik roller oynadığı anlaşılmıştır.

Daha spesifik olarak, integrin/fokal adezyon kinaz sinyali ve me-



Şekil 4.33 Hareket ettirilmemiş bir kontrol dişinin (C) histolojik örnekleri (A), bir test dişi (T) labial olarak hareket ettirilmiş (B) ve bir test dişi (T) önce labial sonra lingual olarak hareket ettirilmiş (C). Kontrol dişi ve labial olarak hareket ettirilen ve ardından lingual olarak orijinal konumuna geri getirilen test dişinde bukkal alveolar kret (BC) ve epitelyal birleşim (JE) arasındaki mesafenin aynı olduğuna dikkat edin. (Thilander B, Nyman S, Karring T, Magnusson I. Bone regeneration in alveolar bone dehiscences related to orthodontic tooth movements. Eur J Orthod. 1983;5:105-114' den uyarlanmıştır.)



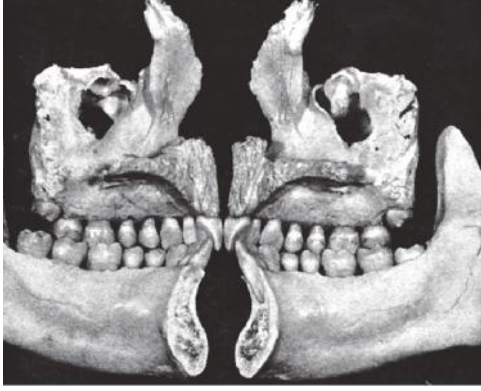
Şekil 4.34 A, Bir köpekte üst ikinci kesici dişin diş hareketi sırasında hiyalinize alanların oluşumu (süre 40 gün). B, Nüks diş hareketinde hiyalinize alanların oluşumu. C, 8 günlük relaps süresindeki relaps hareketi. Hiyalinizasyon 4 günlük relaps hareketinden sonra meydana gelmiştir.

miktarının arttığını göstermiştir.¹⁴³ (bakınız Şekil 4.4). Böylesine “elastik” bir doku, transseptal liflerin sıkışmasıyla birlikte, çekim boşluğunun kapanmasından sonra meydana gelen relapstan sorumlu olabilir.

GELECEKTEKİ YAKLAŞIMLAR

Bu bölüm, ortodontik kuvvetlerin dişler ve destekleyici yapılara etkisi sonucunda ortaya çıkan doku, hücre ve biyolojik mekanizma süreçlerine ilişkin bir tartışmayı içermektedir. Ortodontik kuvvet uygulamasına karşı diş hareketi yanıtlarında en tutarlı gözlemlerden biri bireysel varyasyondur. Geçtiğimiz yüzyıl boyunca, birçok ortodonti uzmanı ortodontik kuvvet uygulamasına karşı bireyselleştirilmiş doku yanıtını

içeren teorileri savunmuştur. Biyomedikal alandaki yeni gelişmelerle birlikte, belirli bir hastanın ortodontik kuvvet uygulamasına vereceği yanıtın daha iyi öngörülmesini sağlayan yeni teknolojilerin özel muayenehane uygulamalarına dahil edildiğini görebiliriz. Bu bilginin klinik uygulamaya aktarılma potansiyelini doğru bir şekilde anlayabilmek için, her bir hastanın bu mediyatörlerin ekspresyon seviyelerinde ve/veya fonksiyonlarında ince farklılıklar gösterebileceğini unutmamak önemlidir. Ortodontik diş hareketinin biyolojik mediyatörleri genler tarafından kodlandığı ve her bir gen dizisinin bireyler arasında hafif ama önemli farklılıklar gösterebileceği göz önünde bulundurulduğunda (genetik koda ait polimorfizmler veya normal varyasyonlar sonucu protein ekspresyonu ve/veya fonksiyonunda ince farklılıklar)



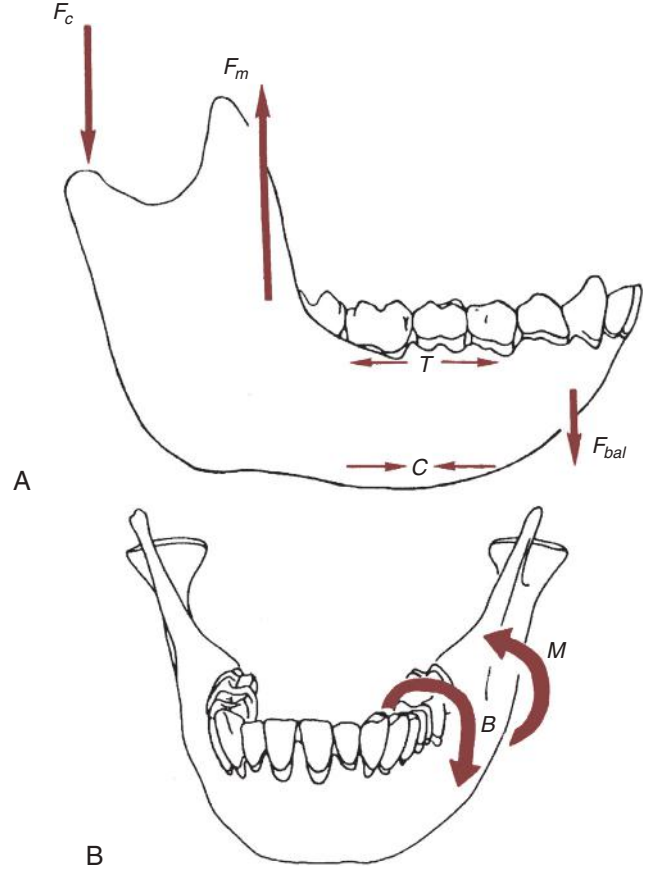
Şekil 5.4 Bir insan kafatasının midsagittal kesiti, maksillanın ağırlıklı olarak trabeküler kemikten oluştuğunu göstermektedir. Karşıt mandibula ise nispeten kalın kortekslerle birlikte daha kalın trabeküler yapı ile bağlanmıştır. (Kaynak: Atkinson SR. Balance: the magic word. *Am J Orthod.* 1964;50:189.)



Şekil 5.5 Birinci molar düzleminde maksilla ve mandibulanın frontal kesiti. Maksilla, çiğneme yüklerini tüm kraniuma ilettiği için ince kortekslerle birlikte nispeten ince trabeküler yapılarla bağlanmıştır. Mandibula ise eğilme ve torsiyon altında yüklenir; bu nedenle kalın kortikal kemikten ve onu birbirine bağlayan kalın, belirli doğrultularda dizilmiş trabeküllerden oluşur. (Kaynak: Atkinson SR. Balance: the magic Word. *Am J Orthod.* 1964;50:189.)

ları göstermektedir. Maksilla, birbirine trabeküler bir ağ ile bağlanmış nispeten ince kortikal tabakalara sahiptir (Bkz. Şekil 5.2, 5.4 ve 5.5). Ağırlıklı olarak basınç altında yüklendiği için, yapısal olarak bir vertebranın gövdesine benzer bir özellik gösterir.

Buna karşılık, mandibula kalın kortikal tabakalara ve daha radyal yönelimli trabeküllere sahiptir (Bkz. Şekil 5.4 ve 5.5). Yapısal dizilimi, uzun bir kemiğin gövdesine benzer ve mandibulanın ağırlıklı olarak eğilme ve burulma altında yüklendiğini gösterir. Osteolojiye dayanan bu biyomekanik gözlem, canlı maymunlar üzerinde yapılan gerinim-ölçer çalışmalarıyla doğrulanmıştır. Hylander^{4,5}, normal çiğ-

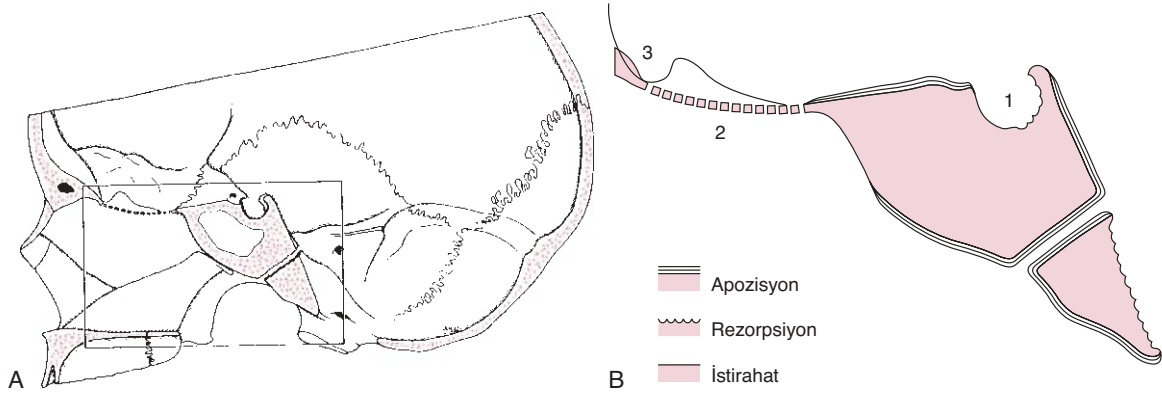


Şekil 5.6 Primat mandibulasında tek taraflı çiğneme sırasında stres dağılımı. F_c ve F_m , sırasıyla denge tarafındaki kondiler reaksiyon kuvveti ve kas kuvvetinin bileşkesidir. F_{bal} , denge tarafından çalışan tarafa simfizis yoluyla iletilen kuvvettir. T ve C, sırasıyla gerilme ve basınç streslerinin konumlarını gösterir. A, Çiğneme kuvveti sırasında, denge tarafındaki mandibular korpus esas olarak sagittal düzlemde eğilir, bu da alveolar proses boyunca gerilme stresi ve mandibulanın alt kenarı boyunca basınç stresi oluşturur. B, Çalışan tarafta, korpus esas olarak uzun eksen etrafında bükülerek burulma hareketi yapar (aynı zamanda doğrudan kesme kuvvetine maruz kalır ve hafifçe eğilir). Bu taraftaki kas kuvveti, mandibulanın alt kenarını dışa ve alveolar prosesi içe doğru eğmeye eğilimlidir (kavisli ok M). Isırma kuvvetine bağlı burulma hareketi ise tam tersine bir etki yaratır (kavisli ok B). Bu iki burulma hareketi arasındaki korpus bölgesi, maksimum burulma stresine maruz kalır. (Kaynak: Hylander WL. Patterns of stress and strain in the macaque mandible. In: Carlson DS, ed. *Craniofacial Biology*. Ann Arbor, MI: Center for Human Growth and Development; 1981.)

neme fonksiyonu sırasında mandibula gövdesinde belirgin eğilme ve burulma olduğunu göstermiştir (Bkz. Şekil 5.6).

KEMİK FİZYOLOJİSİ

Kemik morfolojisi iyi bir şekilde tanımlanmış olmasına rağmen, minealize dokuların incelenmesinde mevcut teknik sınırlamalar nedeniyle kemik fizyolojisi hala tam anlamıyla anlaşılamamıştır. Uygulanan yüklerin ortodontik veya ortopedik yanıtını doğru bir şekilde değerlendirmek, kemik hücresi fonksiyonlarına dair zaman belirteçlerini (kemik işaretleyicileri) ve fizyolojik indeksleri (DNA işaretleyicileri, histokimya ve in situ hibridizasyon) gerektirir. Bu ileri yöntemlerle yapılan sistematik araştırmalar, klinik açıdan önemli olan kemik fizyolojisi hakkında yeni kavramlar tanımlamıştır.



Şekil 5.15 A, Doğumdan 20 yaşına kadar olan büyümekte olan çocuklar ve ergenlerden oluşan bir seride, otopsi sırasında çıkarılan doku bloğunu gösteren kafatasının şematik çizimi. B, Büyüyen çocuklarda kraniyal tabanın kemik şekillenme paternlerinin şematik temsili. Histolojik ve mikroradyografik analizler, en stabil üç anatomik işaret noktasının (1) sella turcica'nın ön eğriliği, (2) kribriform plak ve (3) frontal kemiğin iç eğriliği olduğunu ortaya koymuştur. (Kaynak: Melsen B. The cranial base. Acta Odontol Scand. 1974;32[suppl 62]:103.)

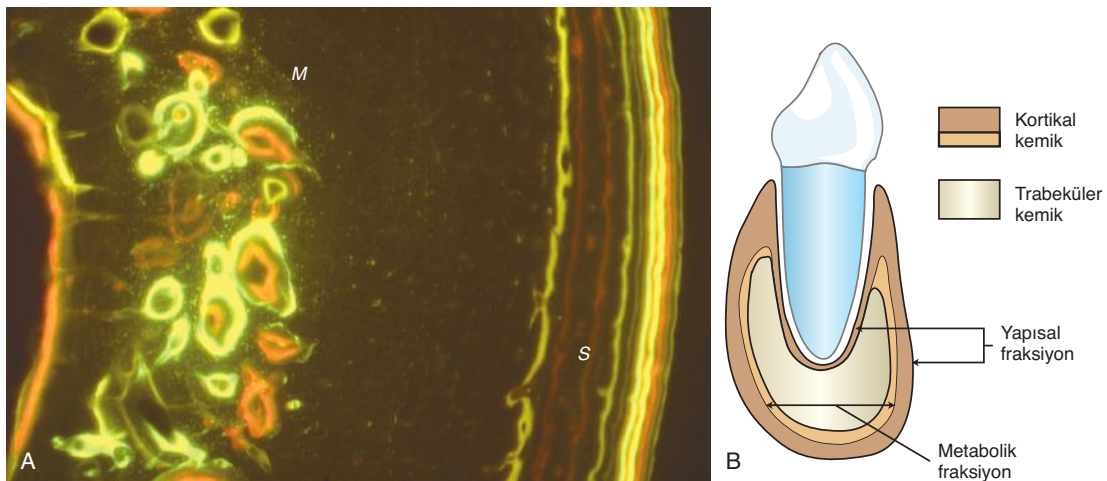
hip olduğunu, ancak mandibulanın bazal kısmında böyle bir aktivite göstermediğini ortaya koymaktadır.^{60,61} Alveolar kemikteki belirteç tutulumu, omurganın trabeküler kemiğindeki tutulum ile benzerdir. Omurganın trabeküler kemiğinin, yılda yaklaşık %20 ila %30 oranında yeniden şekillendiği bilinmektedir; buna karşılık, çoğu kortikal kemik yılda yalnızca %2 ila %10 oranında dönüşüme uğrar.⁴⁶ Sürekli kemik dönüşümü üzerinde metabolik düzenleyici etki, iskelet sisteminden kalsiyumun kontrollü bir şekilde alınıp verilmesini sağlar.

Yapısal ve Metabolik Fraksiyonlar

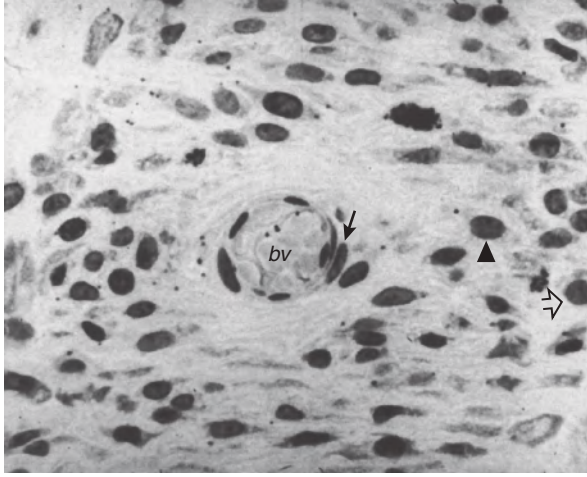
Kortikal kemiğin yapısal fraksiyonu, korteksin nispeten stabil olan dış kısmıdır; metabolik fraksiyonu ise oldukça reaktif olan iç kısmıdır (Bkz. Şekil 5.16A). Vücudun birincil metabolik kalsiyum rezervleri, trabeküler kemikte ve kortekslerin endosteal yarısında bulunur, bu nedenle bu bölgeler metabolik fraksiyonu oluşturur. Ortodontik tellerle benzer şekilde, bir kemiğin rijiditesi ve gücü, doğrudan çapraz kesit alanı ile ilişkilidir. Dişafız rijiditesi, periosteal yüzeye sirkumferansiyel bir lamel eklenerek hızla artırılabilir. Periosteal yüzeyde oluşan ince bir

yeni kemik dokusu tabakası bile, kemiğin çapını artırdığı için kemik rijiditesini önemli ölçüde artırır. Mühendislik açısından bakıldığında, çapraz kesit rijiditesi, alanın ikinci momenti ile ilişkilidir. Aynı genel ilişki, yuvarlak tel çapı ve rijiditesi (gücü) açısından ortodontistler tarafından iyi bilinmektedir. Bir telin rijiditesi, çapının dördüncü kuvveti ile orantılı olarak artar.⁶² Bu nedenle, çapı iki katına çıkarılan nispeten rijit bir malzemenin (kemik veya tel), rijiditesi 16 kat artar.

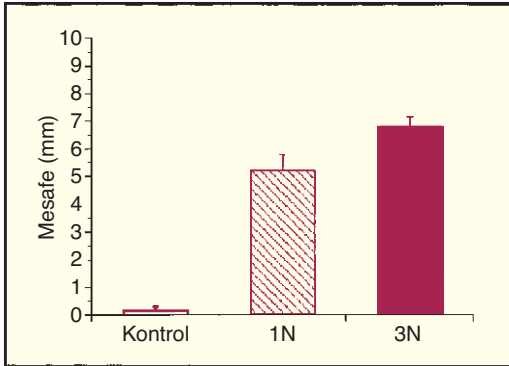
Endosteal (iç) yüzeyde yeni kemik dokusu eklenmesi, toplam kemik gücü üzerinde çok az etkiye sahiptir. Yapısal olarak, uzun kemikler ve mandibula modifiye edilmiş tüplerdir—bu, minimum kütle ile maksimum dayanım elde etmek için optimal bir tasarımıdır.²⁸ Belirli sınırlar içinde, endosteal yüzeyde veya kompakta iç üste birlik kısmında meydana gelen kemik kaybı, kemik rijiditesi üzerinde önemli bir etki yaratmaz. İç korteks, kemik gücünü ciddi şekilde azaltmadan, metabolik ihtiyaçları karşılamak için mobilize edilebilir (Bkz. Şekil 5.16B). Bu durum, osteoporozlu hastaların kemik çapının normal olmasına rağmen kortekslerinin incelmış olmasının nedenidir. Vücut, en ağır



Şekil 5.16 A, Geç büyüme ve erken yetişkinlik dönemlerinde bir tavşan femurunun çoklu florokrom işaretlemesiyle yapısal (S) ve metabolik (M) fraksiyonları ortaya konmuştur. Devam eden periosteal kemik oluşumu (sağda) yapısal güce katkıda bulunurken, kompaktanın endosteal yarısındaki yüksek yeniden şekillenme sürekli bir metabolik kalsiyum kaynağı sağlar. B, Mandibuladaki yapısal ve metabolik kemik fraksiyonları. (Roberts WE ve ark. Bone Dynamics in Orthodontic and Orthopedic Treatment: Craniofacial Growth Series. Cilt 27. Ann Arbor: University of Michigan Press; 1991'den uyarlanmıştır.)

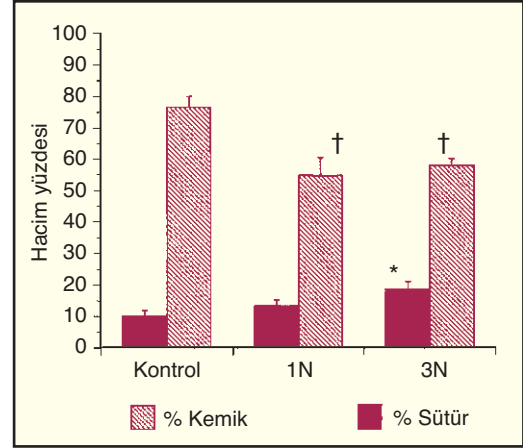


Şekil 5.25 Genişletilmiş intermaksiller sütün otoradyografisinin fotomikrografı, kan damarını (bv) ve paravasküler hücreleri göstermektedir. Sütür-kemik arayüzünü kaplayan perisit (dolmuş ok), fibroblast benzeri hücreler (ok ucu) ve olgun osteoblast (boş ok) arasındaki ilişkiye dikkat ediniz. (Hematoxilin ve eozin ile boyanmıştır; orijinal büyüme x 400.) (Kaynak: Chang H-N, Garetto LP, Potter RH, et al. Angiogenesis and osteogenesis in an orthopedically expanded suture. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1997;111[4]:382–390.)

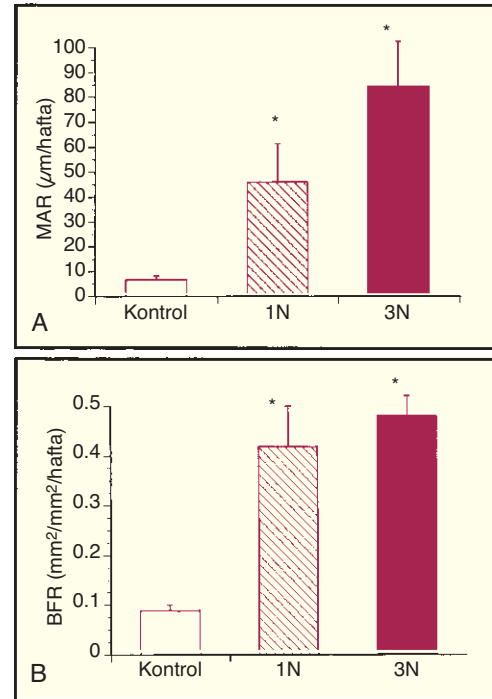


Şekil 5.26 Bir tavşanda nazal kemikler arasındaki sütün genişlemesi, üç yükleme grubu için implantlar arasındaki başlangıç ve son ölçümlerinin ortalama farkı olarak ifade edilmiştir (ortalama $\pm$ SEM, tüm gruplar $p < 0,05$ düzeyinde anlamlıdır). (Kaynak: Parr JA, Garetto LP, Wohlford ME, et al. Sutural expansion using rigidly integrated endosseous implants: an experimental study in rabbits. *Angle Orthod.* 1987;67[4]:287.)

dır. Bir sütün genişletilmesi, etkilenen kemiklerin yeni biyomekanik koşullara geniş adaptasyonunu mümkün kılan bölgesel kemik adaptasyon aktivitesinin hızlanmasına neden olur. Bu sonuçlar, fizyolojik sınırlar içinde sütün genişlemesinin, kraniyofasiyal kompleksin kemiklerini yeniden konumlandırarak estetik ve fonksiyonu iyileştirmek için klinik olarak uygulanabilir bir yöntem olduğunu göstermektedir. Temel kemik fizyolojisi açısından, sütün genişlemesi, cerrahi olarak yönlendirilen distraksiyon osteogenezi ile benzerdir. Tavşanlarda H-timidin ve bromodeoksiüridin ardışık etiketleri kullanılarak yapılan çalışmada, Sim,⁹² gelişmekte olan sekonder osteonlar için osteoblast histogenezi dizisinin, daha önce PDL⁸⁹ ve intermaksiller sütün için gösterilene benzer bir perivasküler süreç olduğunu göstermiştir (Bkz. Şekil 5.30).^{87,88} Sim verileri, perivasküler bağ dokusu hücrelerinin, invaze eden kapiller veya venüllerin yüzeyi boyunca çoğalıp göç ettiğine dair hipotezi doğrulamıştır. Şekil 5.31, kortikal kemikteki bir yeniden şekillenme odağının (kesme/doldurma konisi) üç boyutlu (3D) perspektifini sunmakta olup, proliferasyon gösteren kan damarının baş



Şekil 5.27 Üç yükleme grubu için sütün ve kemik hacim yüzdesi (ortalama $\pm$ SEM); yıldız işareti (*) kontrol grubuna kıyasla sütün genişleme yüzdesinde $p < 0,05$ düzeyinde anlamlı fark olduğunu gösterir; hançer işareti (†) kontrol grubuna kıyasla kemik yüzdesinde $p < 0,05$ düzeyinde anlamlı fark olduğunu gösterir. (Kaynak: Parr JA, Garetto LP, Wohlford ME, et al. Sutural expansion using rigidly integrated endosseous implants: an experimental study in rabbits. *Angle Orthod.* 1987;67[4]:287.)

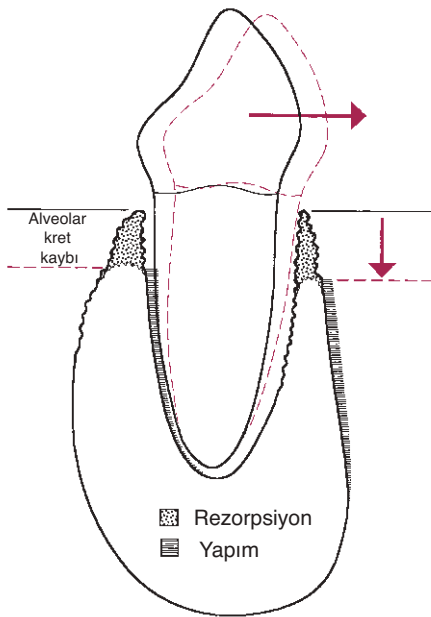


Şekil 5.28 A, Mineral birikim hızı (MAR). B, Kemik oluşum hızı (BFR), üç yükleme grubu için son 6 haftalık yükleme süresince sütte hesaplanmıştır (ortalama $\pm$ SEM; bir yıldız [*], kontrol grubundan anlamlı farkı gösterir, $p < 0,05$). (Kaynak: Parr JA, Garetto LP, Wohlford ME, et al. Sutural expansion using rigidly integrated endosseous implants: an experimental study in rabbits. *Angle Orthod.* 1987;67[4]:287.)

kısına yakın perivasküler hücrelerin, doldurma konisi için osteoblast kaynağı olduğunu ortaya koymaktadır. PDL'de, sütünlerde ve kortikal kemikte yeniden şekillenme odaklarında osteoblastların perivasküler kökenli olduğunun doğrulanması, en azından periferik iskelette tüm osteoblastların perivasküler öncüllerden türediğini güçlü biçimde düşündürmektedir. Bu veriler, daha az farklılaşmış osteojenik hücrelerin, osteogenezi için hazırlık aşamasında, kan pıhtılarına veya diğer bağ dokusu boşluklarına invazyon sırasında, kemikle ilişkili kan damarla-

sel ortodontik ve ortopedik kuvvetlere karşı hareket etmediğini göstermiştir. Bu cihazlar, asimetri, ağır diş kaybı, ciddi maloklüzyonlar ve kraniyofasiyal deformitelerin yönetiminde yeni ufuklar açmaktadır.¹¹⁸

Köpeklerde yapılan bir preklinik çalışmada, iki farklı protez tipi titanyum implantın ankraj potansiyeli test edilmiştir: (1) servikal bir postu bulunan, asimetrik yivlere sahip ve asitle pürüzlendirilmiş yüzeyli endosseöz bir cihaz prototipi; (2) simetrik yivlere sahip ticari olarak temin edilebilen bir implant (Bkz. Şekil 5.43). Etiket insidansına (Bkz. Şekil 5.44A) ve mikroradyograflarda gözlenen yeni osteonların göreceli sayısına (Bkz. Şekil 5.44B) dayanarak, implant çevresindeki kemik yeniden şekillenme hızının, yalnızca birkaç milimetre uzaklıktaki baziler mandibulaya kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür.¹¹⁹ Düz yüzeyli titanyum implantlarla karşılaştırıldığında, kemik preparasyonu ile yerleştirilen yivli implantlarda, implant arayüzünde yeniden şekillenme derecesi daha fazladır.²⁷ Bu durum, yivli implantların zamanla torsiyonel yüklerle karşı artan direnci ile ilişkili olabilir.¹²⁰



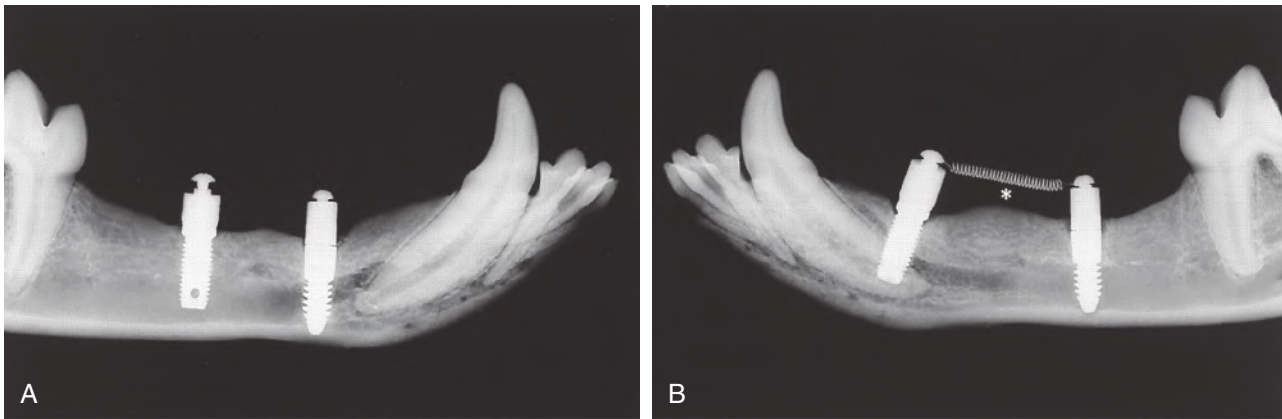
Şekil 5.42 Aktif periodontitis, rezorpsiyonu artırıp apozisyonu engellediği için, bu duruma sahip hastalarda ortodontik tedavi genellikle ciddi alveoler kemik desteği kaybına yol açar.

Endosseöz arayüzde doğrudan kemik apozisyonu, rijit fiksasyon (osseointegrasyon) ile sonuçlanır.¹²¹ Ankraj açısından bakıldığında, rijit bir endosseöz implant, ankiloze bir dişin fonksiyonel eşdeğeridir. Bir implantın rijit ankraj ünitesi olarak işlev görebilmesi için tam kemik kapsülasyonu gerekli değildir. Kritik özellik, sürekli ortodontik yüklere rağmen rijiditenin süresiz olarak korunmasıdır. Zamanla, ortodontik yük altındaki implantlar, doğrudan kemik arayüzü oranını artırır.^{120,122} Ortodontik ve ortopedik açıdan bakıldığında, titanyum implantlar, fonksiyonel yüklenme üzerine eklenen 1-3 N düzeyindeki sürekli ve anlamlı yükleri süresiz olarak tolere edebilir. Çoklu florokrom etiketleri ve mikroradyografi ile yapılan histolojik analizler, rijit şekilde entegre olmuş implantların, komşu kemiğe göre hareket etmediğini doğrulamaktadır (Bkz. Şekil 5.44). Tanım olarak, destekleyici kemikle sabit bir ilişkiyi sürdürmek, gerçek iskeletsel ankraj olarak kabul edilir. Endosseöz (osseointegrasyonlu) implantlar, çok çeşitli zorlu ortodontik uygulamalar için son derece uygundur.⁴⁹

MINİ VIDALARIN GÜNCEL DURUMU

Retromolar implant ankrajı ile kullanılan ustaca mekanikler (Bkz. Şekil 5.45), molar protraksiyonunda ankraj gereksinimlerini vurgulamış ve kuvvetler ile momentlerin biyomekanik olarak çözülmesi, molarların translasyonunu mümkün kılmıştır. Ortodontide iskeletsel ankrajın kullanımı sürekli olarak gelişmekte olup, birçok yeni tasarım ve yeni klinik uygulamalar ortaya çıkmaktadır. *Geçici ankraj aygıtı* (TAD) terimi, ortodontik literatürde giderek daha fazla popüler hale gelmiştir ve bu terim, mini vidaları (MSI), palatal implantları ve retromolar implantları içeren geniş bir cihaz grubunu tanımlamaktadır. Günümüzde MSI, açık ara en yaygın kullanılan TAD türüdür ve MSI terimi özellikle küçük boyutlu (genellikle 1,5–2 mm çapında ve 6–10 mm uzunluğunda) işlenmiş cihazları tanımlamak için kullanılmaktadır. Daha az yaygın olmakla birlikte, bu tür kemik kaynaklı cihazları topluca tanımlamak için *iskeletsel ankrajlar* terimi, muhtemelen daha doğru bir ifade olabilir. Bu ankraj cihazlarını, tasarımlarını ve kullanımlarıyla ilişkili diğer özellikleri tanımlamak için literatürde çok sayıda terim kullanıma girmiştir; bu terimlerin açıklamalarına literatürde yer verilmektedir.¹²³

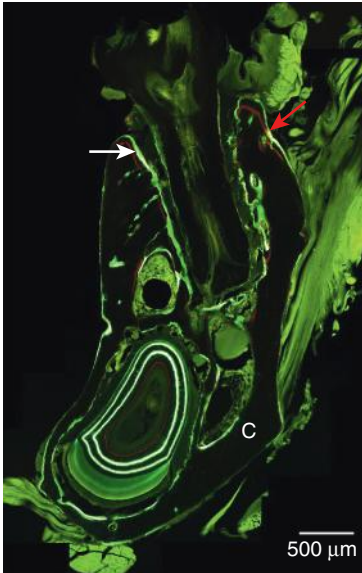
MSI, genellikle alveolar proses içinde, interradiküler bir konuma yerleştirilir. MSI'ların doğrudan ankraj ihtiyacının yakınında konumlandırılabilmesi, örneğin retromolar implantlarda görülen karmaşık biyomekaniklere ve stratejilere olan ihtiyacı ortadan kaldırır.¹²⁴ Yerleştirme esnekliği, bu ankrajların en büyük avantajı olarak kabul



Şekil 5.43 A, Farklı tasarıma sahip iki titanyum implant, genç yetişkin köpeklerin kısmen dişsiz mandibularına yerleştirildi. B, Yük uygulanmadan 2 aylık iyileşme sürecinin ardından, implantlar arasında 4 ay boyunca 3N'lik bir kompresif yük uygulandı. Bazı köpeklerde implantlar arasında artmış periosteal apozisyon (*) gözlemlendi. Fonksiyon üzerine eklenen sürekli yük, hiçbir rijit entegre implantın gevşemesine neden olmadı. (Kaynak: Roberts WE, Helm FR, Marshall KJ, Gongloff RK. Rigid endosseous implants for orthodontic and orthopedic anchorage. *Angle Orthod.* 1989;59[4]:247.)

KEMİK ADAPTASYONU, YENİDEN ŞEKİLLENME VE ŞEKİLLENME ÇALIŞMALARI İÇİN HAYVAN MODELLERİ

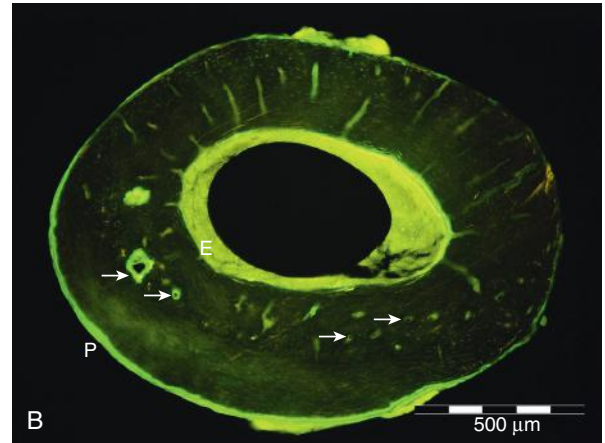
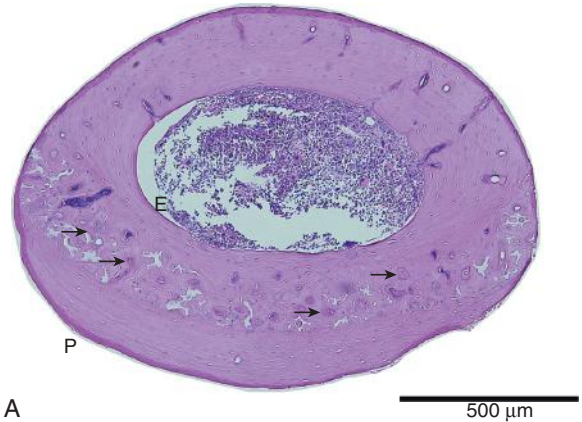
Kemirgenler (fare ve sıçanlar), *Lagomorpha* (tavşanlar), köpekler ve domuzlar, OTM ve kraniyofasiyal biyolojiyi incelemek için kullanılan modellerdir. Bu hayvan modellerinin her biri üzerine kapsamlı çalışmalar yapılmıştır. Ancak, bu modeller arasındaki farklılıkları anlamak önemlidir. Bir hayvan modeli seçerken, o modelin hangi soruya yanıt verebileceği veya hangi hipotezi test edebileceğinin sorgulanması gereklidir. Bu nedenle, seçilen modelin kemik fizyolojisinin iyi anlaşılması kritik önemdedir. Örneğin, kemirgenlerde kortikal plaklar incedir¹⁶⁰ (<0,2–4 mm) ve osteon sistemi oluşturmak için damar invazyonuna ihtiyaç yoktur. Periosteal ve endosteal yüzeylerden gelen damar beslenmesi, kortikal plaklardaki kemik hücreleri için besin sağlamak için yeterlidir. Bu nedenle, kemirgenlerin çene kemiğinde genellikle sadece periodontal ve periosteal yüzeylerde şekillenme gözlemlenir (Bkz. Şekil 5.49). C3H gibi soy içi üremiş farelerde kalınlaşmış kortikal plaklar görülür (Bkz. Şekil 5.50A, B) ve bu hayvanlarda femurda kortikal kemik yeniden şekillenmesine ait kanıtlar mevcuttur.¹⁶⁰ Buna ek olarak, hasar, ovariektomi veya olası mikrohasar birikimi sonucunda, kortikal plak içinde osteonların ortaya çıkması ile hedeflenmiş yeniden şekillenme kemirgenlerde meydana gelebilir.¹⁶¹ Bu yeniden şekillenme fizyolojik değil, deneysel olarak oluşturulmuş bir süreçtir. Doku düzeyinde kemik yeniden şekillenmesini incelemek için, kemirgen modelleri çene kemiklerinde tipik intrakortikal osteonal yeniden şekillenme göstermez (Bkz. Şekil 5.51A, B). Bununla birlikte, kemirgenlerin kemiklerinde gözlemlenen hücresel ve moleküler olaylar,¹⁶² daha büyük hayvanlarda gözlemlenen değişiklikleri daha yakından yansıtır. Bu nedenle, kemirgenler ortodontik diş hareketini çalışmak için birçok avantaja sahiptir ve çok sayıda molekül için araştırma problemleri mevcut olduğundan, hücresel ve moleküler yollar araştırılabilir. Ek olarak, transgenik modeller, kemik biyolojisi ve kemik adaptasyonu mekanizmalarına ilişkin yeni bakış açıları sunar ve kemirgen modellerinde bu imkanlardan yararlanılabilir.¹⁶³



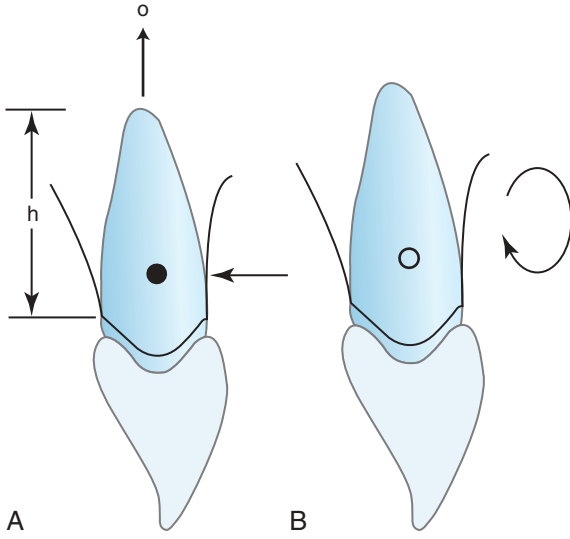
Şekil 5.49 Yaklaşık 13 aylık bir pirinç sıçanı mandibulasının epifloresan görüntüsü, bir alt molar diş ve çevresindeki kemiği içermektedir. Modellemenin periosteal yüzeyde (kırmızı ok) ve periodontal yüzeyde (beyaz ok) gerçekleştiğine dikkat ediniz. Kortikal bölme (C) sekonder osteonlardan yoksundur ve bu, fizyolojik kemik yeniden şekillenmesinin olmadığını göstermektedir.

Kortikal kemikle karşılaştırıldığında, distal femurun ve proksimal tibianın trabeküler kemiği¹⁶⁴ (Bkz. Şekil 5.52), sırasıyla fare ve sıçanlarda kemik yeniden şekillenmesindeki değişikliklerin histomorfometrik yöntemlerle değerlendirilmesi için standart olarak kullanılan bölgeler arasındadır. Bu trabeküler kemik bölgeleri, araştırmacıların ilaç müdahalelerinin, deneysel prosedürlerin veya transgenlerin kemik yeniden şekillenmesi üzerindeki etkilerini kemirgen modellerinde incelemelerine olanak tanır. Başka bir deyişle, kemirgenlerde yeniden şekillenme, genellikle trabeküler kemikte gerçekleşirken, intrakortikal kompartmanda tipik olarak gözlenmez.

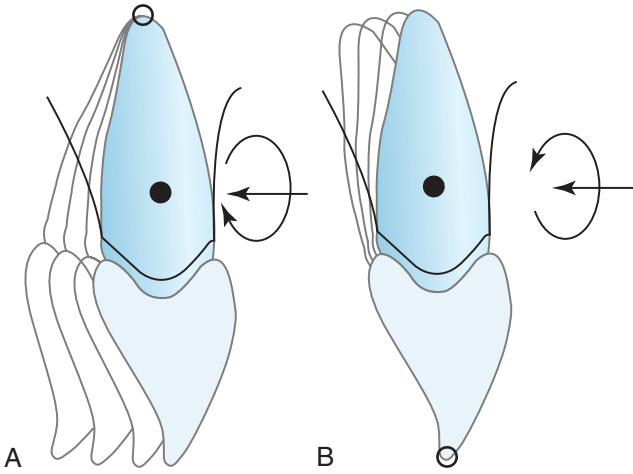
Tavşanlar, sütüral büyüme⁹¹ ve implant biyolojisi¹⁶⁵ gibi kraniyofasiyal biyolojiyi incelemek için de kullanılan modellerdir. Tavşanların çene kemiği, periosteal ve endosteal yüzeylerde lameller yapıdadır ve intrakortikal kompartmanda çok sayıda osteon içerir (Bkz. Şekil 5.53A, B). Şekil 5.54, tavşan modelindeki kök yapısını ve kemik dağılımını göstermektedir, ki bu yapı köpek modelleri ve insanlardan önemli ölçüde farklıdır. Bu nedenle, tavşanlardan elde edilen verilere dayalı diş hareketi gibi çalışmalar, dikkatlice planlanmalı ve yorumlanmalıdır. 4 aylık dişi Yeni Zelanda tavşanlarının çene kemiklerinde osteonal kemik döngü hızı düşüktür ve yılda yaklaşık %2 olarak tahmin edilmektedir (Bkz. Şekil 5.53A, B). Dolayısıyla, boyut ölçeğinde bakıldığında, tavşanlar çene kemiğinde fizyolojik intrakortikal osteonal sekonder yeniden şekillenmeyi rutin olarak gösteren ilk hayvan modelidir; ancak, bu yeniden şekillenme, diğer daha büyük hayvan modellerine kıyasla oldukça düşük seviyededir.



Şekil 5.50 Hematoksilin ve eozin (A) ve epifloresan (B) kesitler, C3H fare femurunun enine kesitinden alınmıştır. C3H, kalın kemiklere sahip bir soy içi üremiş fare türüdür. Kemik boyutunun artmasıyla birlikte, periosteal (P) ve endosteal (E) yüzeylerden uzak kortikal kompartmanda osteon benzeri yapılarla (beyaz ve siyah oklar) ilişkili vasküler invazyon belirgin hâle gelir.



Şekil 6.3 Temel diş hareketleri. A, Bir dişin direnç merkezinden geçen bir kuvvet, sonsuzda yer alan bir rotasyon merkezi oluşturur. B, Diş üzerine etki eden bir kuvvet çifti, direnç merkezinde yer alan bir rotasyon merkezi oluşturur.



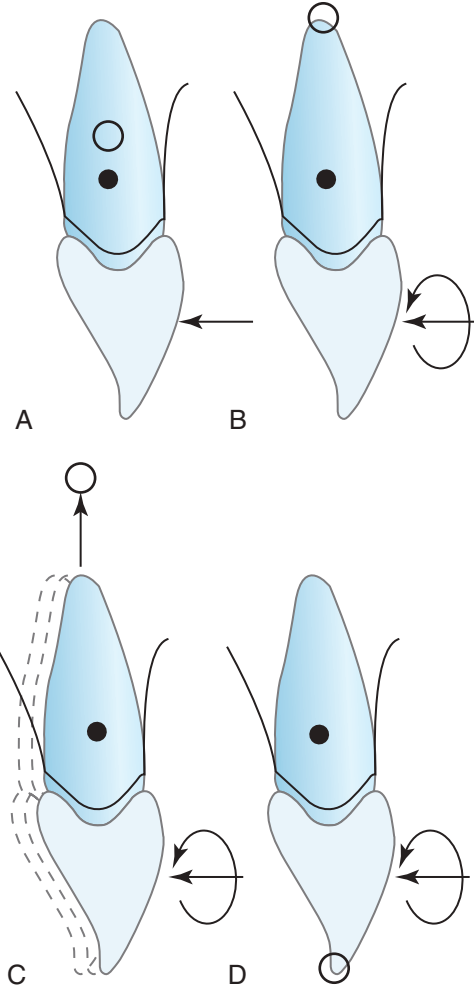
Şekil 6.4 Direnç merkezinden geçen bir kuvvet ve çift. A, Negatif bir çift kesici diş kronunun linguale devrilmesine neden olur. B, Pozitif bir çift kesici dişte lingual kök hareketine neden olur.

çifti artmaya devam ettikçe, C_{ROT} C_{RES} 'e yaklaşır. M/F oranı, momentin yönü saat yönündeyse dişin linguale tippingini tipini belirler.

Ancak, saat yönünün tersine bir moment ve C_{RES} 'ten geçen lingual kuvvet, C_{ROT} 'u C_{RES} ile sonsuzluk arasında bir yere yerleştirir (bkz. Şekil 6.4B). Daha spesifik olarak, M/F oranı arttıkça, C_{ROT} kesici kenardan braketin seviyesine doğru hareket eder ve son olarak C_{RES} 'e yaklaşır. Bu nedenle C_{ROT} 'un kontrolü iki bileşene dayanır. Bunlar; C_{RES} 'ten geçen bir kuvvet ve uygun yön ve büyüklükte bir çift momenttir.¹²

Çoğu durumda, anatomik sınırlamalar nedeniyle C_{RES} 'ten bir kuvvet geçirmek mümkün değildir. Bu nedenle eşdeğer bir kuvvet sistemi (kuvvet ve moment çifti) dişin kronuna (tipik olarak bir braket veya tüp üzerinden) uygulanmalıdır. Tanım gereği, iki kuvvet sistemi, kuvvetleri aynı büyüklük ve yönlere sahipse ve bu kuvvetlerin herhangi bir nokta etrafındaki momentleri eşitse birbirine eşdeğerdir.

Bir kesici dişin braketi üzerine etki eden aşağıdaki eşdeğer kuvvet sistemleri, M/F oranını değiştirmenin tipik etkileridir:



Şekil 6.5 Bir dişin kronuna etki eden tek bir kuvvet, direnç merkezine hafifçe apikalinde yer alan bir rotasyon merkezi (açık daire) üretir. A, B'den D'ye kadar gösterilen yönde kuvvete giderek daha büyük kuvvet çiftleri eklenirse, rotasyon merkezi apekte (B), sonsuzlukta (C), veya kesici kenarda (D) bulunacaktır.

- Kron üzerine lingual olarak yönlendirilen bir kuvvet, C_{RES} ile apeks arasında bir C_{ROT} oluşturur (Şekil 6.5A).
- Yeterli büyüklükteki saat yönünün tersine bir moment (lingual kök torku) eklenirse, C_{ROT} apekse doğru hareket eder (bkz. Şekil 6.5B).
- Daha büyük bir momentle, C_{ROT} sonsuza doğru hareket eder. Momentin veya M/F oranının belirli bir büyüklüğünde, diş translasyon hareketi (gövdesel hareket) yapar (bkz. Şekil 6.5C).
- Kuvvet çiftinin büyüklüğündeki daha fazla artış, C_{ROT} 'u kesici kenara (bkz. Şekil 6.5D) ve ardından brakete doğru yerleştirir.
- Bunun ötesinde, C_{ROT} C_{RES} 'e doğru hareket etme eğilimindedir.

Şekil 6.6'da M/F oranı, kesici diş kökleri için 7, 10 ve 15 mm'lik rotasyon merkezine göre çizilmiştir. Moment ve kuvvet, braket seviyesinde uygulanır. Tüm durumlarda, braketin alveolar kretten uzaklığı 6 mm'dir. Kesici diş uygulanan kuvvetin yönü lingualdir (-) ve momentin yönü lingual kök torku şeklindedir (+). Üç örnekte de M/F oranı sıfıra yaklaştıkça, rotasyon merkezi direnç merkezine yaklaşır. Oran arttıkça, rotasyon merkezi kökün apeksinde, sonsuzda, kesici kenarda, braket seviyesinde ve alveolar kret üzerinde bulunur. Oran sonsuz derecede büyük hale geldiğinde, rotasyon merkezi direnç merkezine yaklaşır. Direnç merkezine yakın rotasyon merkezleri oluşturan oranlar haricinde M/F oranındaki küçük bir değişiklik, rotasyon

Metallerin Mekanik Özellikleri

Ortodontik telde kullanılacak bir alaşımın mekanik özellikleri en az üç seviyede tanımlanabilir. En yüzeysel olanı gözlemsel seviyedir. Bu seviyede, kuvvetler ve defleksiyon klinisyen tarafından not edilebilir ve ölçülebilir. Başka bir deyişle, gram cinsinden belirli bir kuvvet miktarı uygulanabilir ve tel belirli mesafede milimetre kadar defleksiyona uğrayacaktır. Gözlemsel seviyede, ortodontistlerin apanelerin doğası hakkında ne kadar şey anlayabileceği ve tahmin edebileceği konusu sınırlıdır.

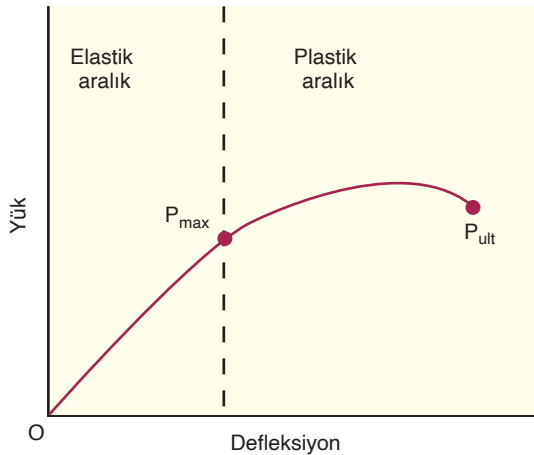
İkinci tanımlama seviyesi gerilim-gerinim seviyesidir. Bu seviyede, ortodontist inç kare başına pound ve birim uzunluk başına defleksiyon ile ilgilenir. Bu değerler doğrudan ölçülemez, ancak gözlemsel seviyede yapılan ölçümlerden hesaplanabilir. Kuvvetlere maruz kalan cisimlerdeki değişiklikleri tahmin etmek için kullanılabilen mühendislik formülasyonlarının çoğu gerilim-gerinim fenomenine dayanır.

Üçüncü tanımlama seviyesi atomik ve moleküler seviyelerdir. Atomik ve moleküler düzeylerdeki olayların anlaşılması, tepkileri tahmin etme ve yeni yapılar tasarlama yeteneğini geliştirir.

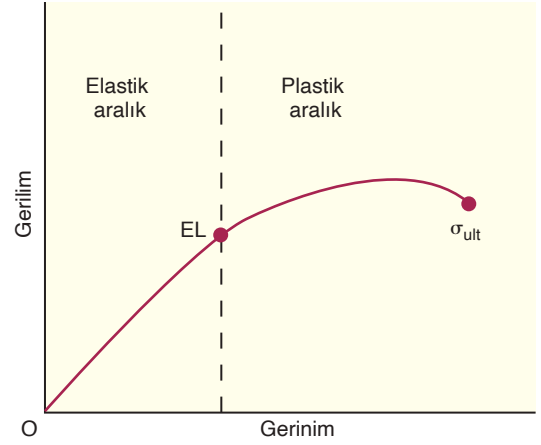
Alaşımların Temel Davranışı

Şekil 6.12, defleksiyona karşı yükü temsil eden teorik bir diyagramdır. Örneğin, açık bir coil spring'in yük-defleksiyon özelliklerini temsil edebilir. Grafikte O'dan P_{max} 'a (maksimum elastik yük) kadar, yük ve defleksiyon arasında doğrusal bir ilişki vardır. Kuvvet arttıkça, defleksiyon orantılı olarak artar ve bu orantıya Hooke yasası denir. Yükün defleksiyona oranı, bu aralıkta sabittir ve yük-defleksiyon oranı olarak tanımlanmıştır. P_{max} noktasında, yük ve defleksiyonun artık orantılı olmadığı bir aşamaya ulaşılır. P_{max} 'a yakın bir noktada, spring üzerinde kalıcı deformasyon meydana gelir ve orijinal şekline geri dönmez. P_{max} spring üzerine kalıcı deformasyon olmadan yerleştirilebilecek en yüksek yükü (maksimum elastik yük) temsil eder. Grafikte P_{max} 'ın solunda bulunan tüm özellikler elastik aralıkta, sağında bulunan özellikler ise plastik aralıkta yer alır. Elastik davranış, bir yapının üzerinden yük alındıktan sonra orijinal şekline dönme yeteneğidir. Plastik davranış, bir yapıda yükleme sırasında kalıcı deformasyonun oluşmasıdır. Son olarak, grafiğin en sağında, nihai yüke (P_{ult}) ulaşılır ve bu noktada spring kırılır.

Gösterilen yük-defleksiyon diyagramlarının sınırlı bir uygulaması vardır çünkü her ortodontik eleman için ayrı bir diyagram gereklidir. Ancak, gerilim-gerinim seviyesi incelenirse, konfigürasyondan bağımsız olarak herhangi bir alaşıma uygulanan ortodontik alaşımlar hak-



Şekil 6.12 Yük defleksiyonu. Elastik aralıkta yük ile defleksiyon arasındaki doğrusal ilişkiye dikkat edin. P_{max} , Maksimum elastik yük; P_{ult} , kırılmadan önceki maksimum yüküdür.



Şekil 6.13 Gerilim-gerinim ilişkisi. Elastik aralıktaki yük ve defleksiyon arasındaki doğrusal ilişkiye dikkat edin. EL, Elastik sınır; σ_{ult} , çekme dayanımı.

kında genellemeler yapılabilir. Şekil 6.13'te gösterilen grafik, gerinime karşı gerilimi çizer. Bu türdeki bir diyagram, telin boyutlarına göre değişir. Grafik, birimlerin farklı olması dışında, yük-defleksiyon oranının grafiğiyle aynıdır. O'dan EL'ye (elastik sınır) kadar düz bir çizgi vardır ve gerilim ile gerinim arasındaki doğrusal ilişkiyi belirtir. Bu ilişki, yük ile defleksiyon arasındaki gözlemsel düzeyde görülen ilişkiye benzerdir. Gerilimin gerinime oranı, elastisite modülü (E) olarak adlandırılır. Tahmin edilebileceği gibi, bu mekanik özellik bir springin yük-defleksiyon oranını belirler.²¹ EL, alaşıma kalıcı deformasyon olmadan uygulanabilen en büyük gerilimdir. EL, maksimum elastik yüke benzerdir ve bu nedenle bir üyenin kalıcı deformasyona dayanma yeteneğini belirleyen mekanik özelliktir. Akma noktası, akma mukavemeti ve orantısal limit gibi eğrinin bu genel kısmını tanımlayan bir dizi başka terim vardır. Bu noktalar EL'ye yakındır, ancak tanımları farklıdır. Son olarak, nihai gerilimde (çekme mukavemeti) tel kırılır. Yük ve defleksiyonlarda olduğu gibi, gerçek alaşımların çoğu böyle düzenli ve kesin bir patern sunmaz.

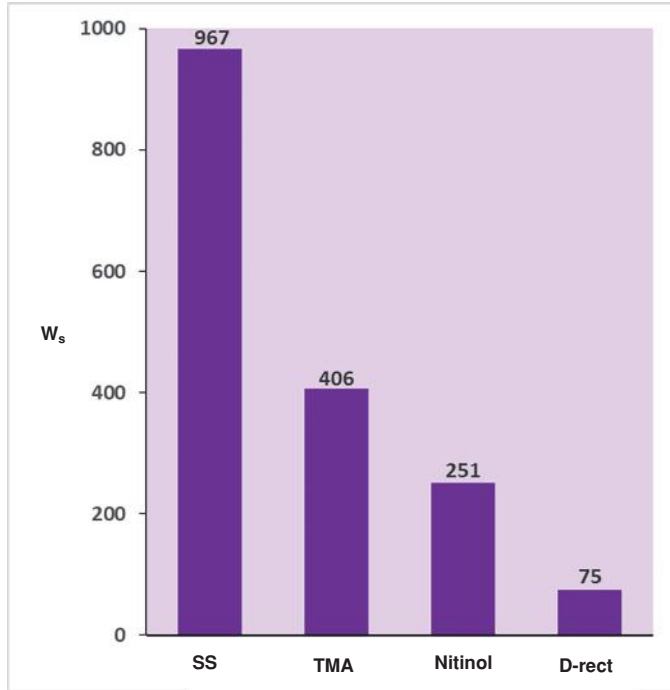
Elastik ve plastik davranışın açıklaması, atomik ve moleküler olaylardan kısaca bahsedilmeden tamamlanmış sayılmaz. Elastik davranış temelde atomlar arası bağlanmayı içerir. Atomlar birbirinden ayrıldığı için, gerilim ve gerinim arasında oldukça kesin bir ilişki vardır. Ancak plastik davranış, moleküler olan ve atomik olmayan kayma düzlemleri boyunca yer değiştirmeyi içerir. Bu nedenle, plastik davranış, elastik davranış kadar doğrusal değildir.

Elastik Limit

EL, bir konfigürasyonun maksimum elastik yükünü belirler. Sadece telin mekanik özelliklerine göre, maksimum elastik yük, EL ile doğrudan ve doğrusal olarak değişir. Üreticilerin verileri genellikle akma noktasını veya çekme mukavemetini içerir. Akma noktası elastik sınıra yakındır, ancak çekme mukavemeti daha yüksektir.*

Belirli bir alaşımda (örneğin, 18-8 paslanmaz çelik), bir dizi faktör elastik sınırı belirler. Telin soğuk işlemi sırasında oluşan sertleştirme miktarı EL'yi keskin bir şekilde etkiler. Önemli ölçüde soğuk işlenmiş teller sert bir yapıya sahiptir ve bu nedenle yüksek EL değeri gösterir-

* Dip not: Bir teldeki gerilim, bir kesite uygulanan birim alan başına kuvvettir. Gerinim telin birim uzunluğu başına gözlenen defleksiyondur.



Şekil 6.16 İkinci düzende 0,018 x 0,025 inç tellerin tel sertliği (W_s) değerleri. Aynı aktivasyonlar için kuvvetler W_s değerleriyle orantılıdır. Sabit bir kesitte (örn. 0,018 x 0,025 inç) farklı malzemeler kullanılarak tam bir kuvvet aralığı elde edilebilir.

Değişken modül prensibi, ortodontistin hafif ve ağır kuvvet uygulamalarında ve stabilizasyonda, dikdörtgen veya kare telleri kullanmasına olanak tanır. Dikdörtgen bir tel braket içinde yönelir ve böylece istenen kuvvet sistemini iletmede daha fazla kontrol sağlar. Telin yönü dikkatlice kontrol edilebildiği için bükülmesi daha kolaydır. Daha da önemlisi, braketlere yerleştirildiğinde tel dönmez veya kendi eksenini etrafında bulmaz; böylece kuvvetlerin yanlış yönlere dağılması engellenmiş olur.

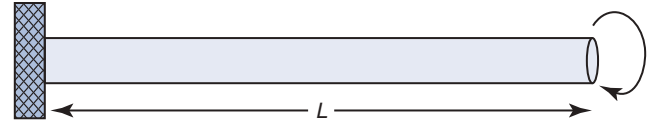
Tel Uzunluğu

Bir ortodontik elemanın uzunluğu, *springin* yapısına ve yüklenmesine bağlı olarak maksimum elastik yükü ve yük defleksiyonunu çeşitli şekillerde etkileyebilir. Kantilever, uzunluğun etkisini göstermek için seçilmiştir çünkü kantilever prensibi ortodontik mekanizmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Aşağıdaki tartışma için bir *finger spring* görselleştirilmiştir.

Şekil 6.17, A noktasında uygulanan vertikal bir kuvvetle B noktasına tutturulmuş bir kantilever göstermektedir. L mesafesi, kantileverin yapısal eksenine paralel olarak ölçülen uzunluğunu temsil etmektedir. Bu tür yüklemelerde, yük-defleksiyon oranı uzunluğun üçüncü kuvvetiyle ters orantılı ($1/L^3$) olarak değişir. Bu nedenle kantilever ne kadar uzunsa yük-defleksiyon oranı o kadar düşük olur. Maksimum elastik yük, kantileverin uzunluğuyla ters orantılı olarak değişir. Yine, kantilever ne kadar uzunsa maksimum elastik yük o kadar düşük olur.



Şekil 6.17 Serbest uç olan (A) noktasında yük (L) uygulanan bir kantilever (B)



Şekil 6.18 Kantilever üzerine uygulanan bir çift. Etkisi tel boyunca düzgün bir bükülmedir.

Kantileverin uzunluğunu artırmak, kesiti azaltmaktan daha iyi bir yük-defleksiyon oranını azaltma yoludur. Kantileverin uzunluğunun artırılması yük-defleksiyon oranını büyük ölçüde azaltır, ancak maksimum elastik yük belirgin şekilde değişmez çünkü uzunlukla doğrusal olarak değişim gösterir. Ağız boşluğunun pratik sınırları içinde telin uzunluğunu artırmak *spring* özelliklerini iyileştirmenin mükemmel bir yoludur.

Kantileveri yüklemenin bir başka yolu da Şekil 6.18'de gösterilmiştir ve bu sefer serbest uca uygulanan bir çift veya moment aracılığıyla görselleştirilmiştir. Serbest uca uygulanan bir çiftle, moment-defleksiyon oranı uzunluğun ikinci kuvvetiyle ($1/L^2$) ters orantılı olarak değişmektedir. İlginçtir ki, maksimum elastik moment uzunluktaki değişikliklerden hiç etkilenmez. Uzunluk iki veya üç katına çıkarılsa da maksimum elastik moment aynı kalmaktadır. Bu en çok istenen yüklem türüdür çünkü uzunluğun artırılması moment-defleksiyon oranını azaltabilir, ancak maksimum elastik moment azalmaz. Ancak, bu ilke yalnızca belirli bir diş hareketi için momentler tek başına gerekliyse uygulanabilir.

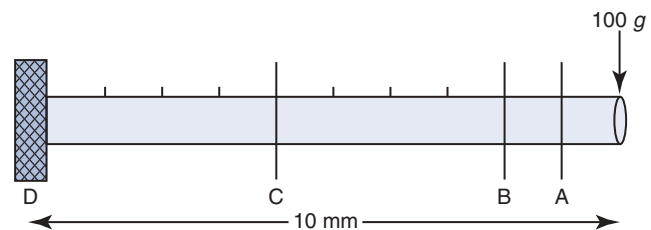
Bir telin uzunluğunu vertikal looplar ekleyerek artırmak, esnek elemanlar için yük-defleksiyon oranlarını azaltmanın ve aynı zamanda maksimum elastik yüklerini yalnızca minimum düzeyde değiştirmenin etkili yollarından biridir. Ancak, tel uzunluğunun ne kadar artırılabilirliği konusunda sınırlamalar vardır. Sürekli bir arktaki braketler arasındaki mesafe, diş ve braket genişliği tarafından önceden belirlenir. Teldeki vertikal segmentler, oklüzyon ve mukobukkal kıvrımın uzantısı ile sınırlanır. Bir tele eklenen uzunluğun, maksimum elastik yükü yok etmeden daha sabit bir kuvvet iletimi elde etmesinin yolunu gösteren bir uygulama, 0,018 x 0,025 inçlik bir TMA intrüzyon arkının kullanılmasıdır. TMA arka, derin kapanışın düzeltilmesinde maksiller anterior dişleri intrüze etmek için kullanılır.³⁹⁻⁴¹ Bukkal stabilizasyon segmentindeki yardımcı bir tüpten kesici dişin orta hattına kadar olan uzun mesafe, anterior dişler üzerinde daha sabit bir şekilde iletilen intrüzyon kuvvetinden sorumludur.^{42,43}

Tel Miktarı

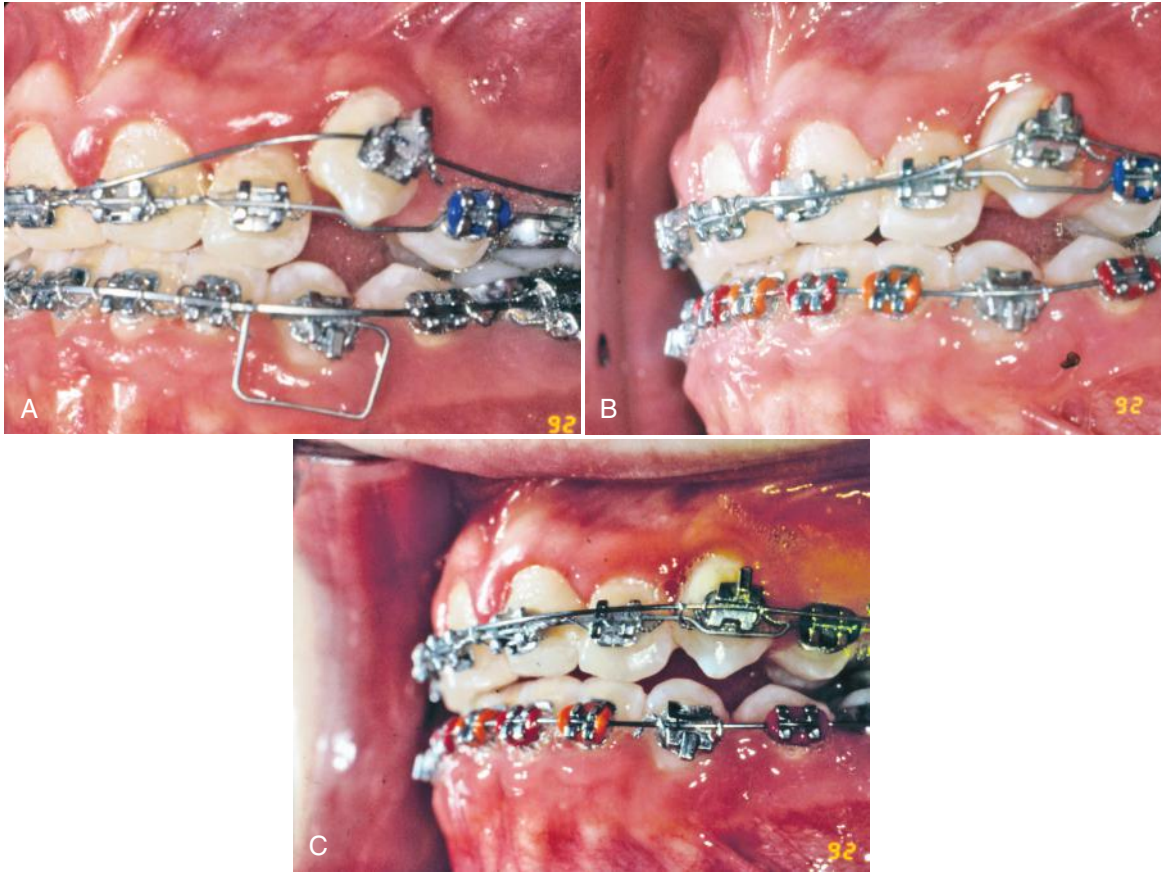
Ek tel uzunluğu, looplar, heliksler veya diğer bükümler şeklinde dahil edilebilir. Bu, yük-defleksiyon oranını düşürme ve esnek olan telin etki aralığını artırma eğilimindedir. Maksimum elastik yük etkilenebilir veya etkilenmeyebilir.

Bir tel segmentine ek tel dahil edilirken, ek telin yerleştirileceği yapının parçaları stratejik olarak belirlenmeli ve ek tele verilmesi gereken form belirlenmelidir. Yerleştirme ve büküm düzgün bir şekilde yapılırsa, yük-defleksiyon oranını, maksimum elastik yükü değiştirmeden düşürmek, en az miktarda tel ekleyerek mümkün olmalıdır.

Bir kantilevere tel eklenmesiyle ilgili sorunu ele alalım. Şekil 6.19'da serbest ucunda 100 g'lık vertikal kuvvete sahip bir kantilever gösteril-



Şekil 6.19 Serbest uca kuvvet uygulanmış kantilever. A'dan C'ye, hayali dik kesitler gösterilmektedir. D, Destek noktası.



Şekil. 6.29 A Kanin dışından geçen baypas arkı yan etkileri önler. Ayrı, sekonder bir NiTi tel kanin dişin sürmesine neden olmuştur. A, Öncesi. B, Orta Aşama. C, Sonrası.



Şekil 6.30 Kanin baypas arkı. Molar tüpünden geçen bir kantilever, kanin dişini sürdürür.



Şekil 6.31 0,016- x 0,022 inç TMA telinden yapılmış kanin bypass arkı kanin dişin köküne lingual tork verir. Tel, kanin braketine ribbonwise şekilde yerleştirilir.

tipi bir büküm yerleştirilmelidir. Gable büküm tarafından üretilen moment, rezidüel moment olarak bilinir. İdeal olarak, bir retraksiyon springi nispeten sabit bir M/F oranı sağlar. Bu oran, diş her hareket ettiğinde değişirse, dişin sabit bir rotasyon merkezi olmaz. Sabit bir M/F oranı elde etmede hatırlanması gereken iki ilke şunlardır: (1) mümkün olan en yüksek aktivasyon momentini ve en düşük rezidüel momentini kullanmak ve (2) yük-defleksiyon ve moment-defleksiyon oranlarını düşürmektir.

Bir loop'un boşluk kapatma için kullanımında önemli bir faktör, loop'un meziodistal konumudur. Loop, ataşmanların tam ortasına yerleştirilirse, eşit ve zıt aktivasyon momentleri oluşur.⁶¹ Loop, merkeze göre distale doğru konumlandırılırsa, posterior dişler daha büyük *tip-back* momenti alır. Ek olarak, intrüziv kuvvetler anteriora doğru iletilir. Bu kavram, posterior dişlerin mezial hareketinin endike olmadığı ankraj vakalarında uygulanabilir. Tersine, bir loop'u merkezden uzakta mezial olarak yerleştirmek, anterior dişler üzerindeki momentini artırır ve bukkal segmentleri öne getirmede faydalı olabilir.

En masse boşluk kapatma için bir T-loop'un kullanımı Şekil 6.36'da gösterilmiştir. Hem anterior hem de posterior segmentler çelik tel iken aktif olan T-Loop TMA'dır. Bu da kuvvet-defleksiyon oranını düşürür ve aktivasyon aralığını artırır. Loop (*spring*), birinci molar ve kanin dişindeki yardımcı tüplere bağlanmıştır. *Springin* merkezde konumlandırılması, boşluk kapatma sırasında posterior ve anterior segmentlerin yaklaşık olarak eşit şekilde translasyonunu sağlar. T-loop, diferansiyel boşluk kapatmayı etkilemek, ankrajı tutmak ve derin kapanışı düzeltmek için kullanılmıştır (Şekil 6.37). Üst loop, merkezden uzağa distal olarak yerleştirilmiştir. Üst anterior dişlerin biraz linguale doğru eğildiğine dikkat ediniz. Bu beklenen

TABLO 7.1 Mekanik Özelliklerin Tedavideki Rolü

Özellik	Mekanoterapi/Performans Üzerindeki Etkisi
Elastisite Modülü (E)	Düşük E, tabanın plastik deformasyonu nedeniyle debondingin yapılmasını (soyulma etkisi/peel-off) kolaylaştırarak düşük kuvvetlerde deformasyona izin verir Yüksek E, kanatların ve slotun ark tellerinin (özellikle tork) takılması sırasında deformasyona karşı direnç sağlar
Dayanıklılık	Telin braket slotuna girmesi sırasında uygulanan yüklere karşı yapısal bütünlük
Pürüzlülük	Telin slota tam olarak oturması, tel ve slot yüzeyleri arasındaki temas noktalarının azalmasından kaynaklanan yüksek kuvvetlere karşı koruma sağlar

Eliades T, Pandis N, eds. Self-Ligation in Orthodontics. London: Wiley-Blackwell; 2009 yayınından modifiye edilmiştir.

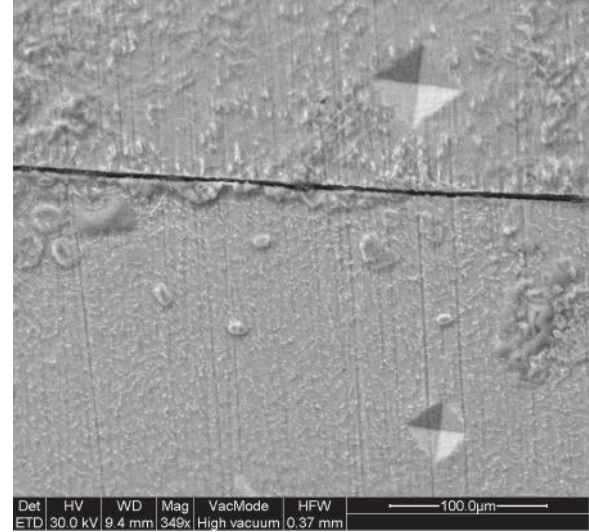
Sertlik

Sertlik, apareyin deformasyona karşı direncini (elastik aralık dahilinde) ortaya koyar. Bu özellik, pratik sırasında karşılaşılan çeşitli olguların anlaşılması için çeşitli çıkarımlara sahiptir. Yüksek sertlik (veya yüksek elastisite modülü), deformasyona karşı yüksek direnç anlamına gelir ve bu nedenle defleksiyonun tercih edilmediği alanlar için uygundur. Bunlar arasında, aktifleştirilmiş bir ark teli tarafından diş uygulanan kuvvetlerin verimli bir şekilde iletilmesine izin vermek için uyumlu olması gereken slot duvarları ve kanatları bulunur. Okuyucu, tren-demir yolu yapısını göz önünde bulundurarak sertliğin önemini anlayacaktır. Demir yolu alaşımları, hareket sırasında deforme olmamaları için yüksek sertlik kazanmak üzere özel bir yüzey işlemi görür ve tekerleklerin yuvarlanmasını engelleyecek hiçbir engel sunulmaz. Bu bağlamda seramik braketler, yapıları içerisindeki atomların dizilimi ve bağlanmaları sonucu daha yüksek sertlik göstermekte ve bu nedenle kuvvet iletiminde daha iyi performans göstermektedirler. Buna karşın plastik braketler, çoğu durumda kuvvet iletimi için uygun olmamalarına neden olan daha düşük sertlik derecelerinin yanı sıra, başka bir takım dezavantajlara da sahiptirler.² Örneğin, metallerde sıklık sertleşme veya yumuşama, metallerdeki bileşime, önceki soğuk işleme ve sıcaklığa bağlıdır, oysa polimerik malzemeler sıklık bir yumuşama etkisi gösterir. Ayrıca, yükleme oranı ve ortam sıcaklığı değişimleri polimerlerin gerilim-gerinim karakteristiklerini önemli ölçüde değiştirir.² Ek olarak, sıklık yükleme artan gerilim hızlarını içerdiğinde, termal bir yumuşama etkisi indüklenebilir ve bu da materyal yorgunluğunda azalmaya yol açabilir.³⁻⁵

Braketlerin bazı bileşenleri için yüksek sertlik tercih edilirken, taban gibi diğer komponentleri için bu istenmeyen bir özelliktir. Bu, sert bir tabanın debonding sırasında sıkıştırılmasının zorluğundan kaynaklanır ve bu da artan kuvvetlerin uygulanmasını gerektirir. Bu etki, hassas ve ağırlı dişlerle birleştğinde bu aşamada rahatsızlığı ve ağrıyı artırır. Tedavinin aktif bir parçası olmayan braket tabanları için uyumlu veya düşük sertlikte bir alaşım tercih edilir. Kutu 7.1, istenen braket özelliklerinde sertliğin rolünü özetlemektedir. Şekil 7.1, braket bileşenlerinin değişken dayanıklılığını göstermektedir.⁶

KUTU 7.1 Farklı Braket Bileşenlerinde Sertliğin Rolü

Çeşitli braket bileşenleri farklı sertlik özellikleri gerektirir. Kanatlar ve slot yüksek sertlikte olmalı, taban ise farklı nedenlerle uyumlu olmalıdır. Kanatlar uygulanan kuvvetlere deforme olmadan dayanmalı, taban ise kolay soyulma etkisi (peel-off) sağlamalıdır.



Şekil 7.1 Kanatlar (küçük piramit girintisi) ve taban (büyük piramit girintisi) arasındaki dayanıklılık farkını gösteren bir Ti braketin ikincil elektron görüntüsü (orijinal büyütme x 349). Piramitlerin boyutlarındaki fark, braket imalatında kullanılan farklı alaşımlara karşılık gelir.

Pürüzlülük

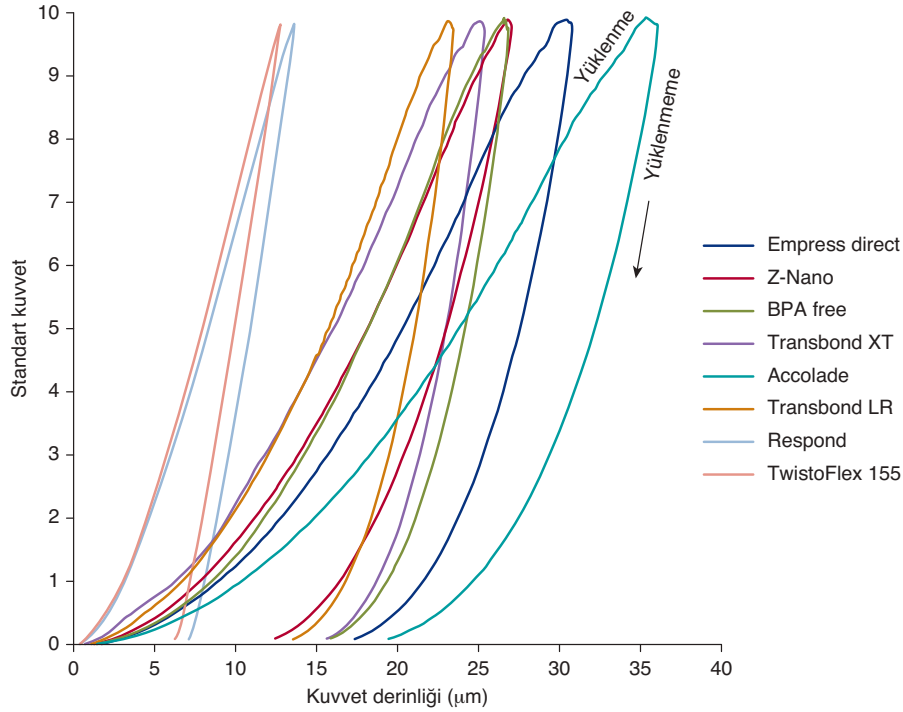
Pürüzlülük, tel ve braket arasındaki belirgin temas nedeniyle uygulanan kuvveti farklılaştırabilir. Mikroskobik düzeyde, bu temas sürekli değildir; ancak temas eden iki materyal arasındaki yüzeylerin değişiminden kaynaklanan zıt tepe noktalarına sahiptir. Belirli bir kuvvet uygulaması ve nominal olarak benzer pürüzlülük değeri için kuvvet, en az sayıda yüksek tepe noktası gösteren slot-tel çiftinde çok daha yüksek olacaktır. Uygulanan kuvveti sabit tutarken, temas halindeki tepe noktalarının sayısını artırmak, yüzey alanında bir artışa ve braketeye uygulanan basınçta genel bir azalmaya neden olur. Şekil 7.2, slot yüzeylerinin pürüzlülüğünü göstermektedir.

Kayma mekanizması sırasında sürtünmedeki pürüzlülüğün etkisi abartılmıştır ve çeşitli araştırma ve derleme makaleleri, daha pürüzlü tellerin sürekli olarak en yüksek sürtünmeyi göstermediğini vurgulamıştır.⁷

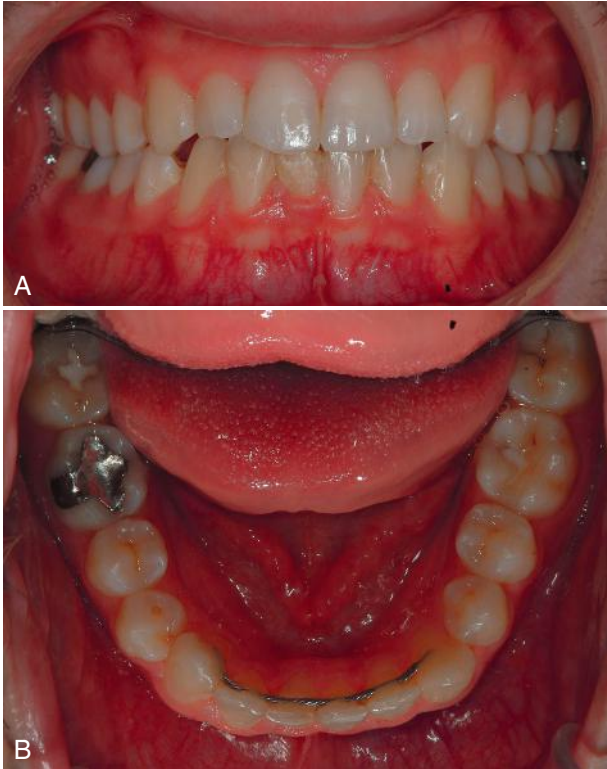
Taban-Kanat Bağlantısı

Her iki özelliğin (sert bir kanat ve uyumlu bir taban) kombinasyonu, iki farklı alaşımın eritilmesi veya lehimlenmesi yoluyla başarılmıştır.^{8,9} Alaşım lehimlemesi, iki braket bileşenini birleştirmek için kullanılır. Başlangıçta, paslanmaz çelik braketler, endüstriyel uygulamalarda paslanmaz çelik için en sık kullanılan lehim dolgu metalleri olan gümüş (Ag) bazlı dolgu alaşımlarıyla lehimlenmiştir. Ancak, ortodontik gümüş lehim alaşımları, erime sıcaklığını düşürmek ve ıslanmayı arttırmak için eklenen sitotoksik element kadmiyum (Cd) içerir.^{10,11} Dahası, Ag bazlı lehim alaşımları, paslanmaz çelik alaşımlarıyla galvanik bir çift oluşturarak, Ag lehim alaşımlarından en kolay sızan elementler olan bakır (Cu) ve kalay (Zn) ile metalik iyonların salınımını tetikler. Cu ve Zn içeren lehim alaşımları sitotoksik olduğundan, lehim dolgu metalinin kademeli çözünmesinin ana nedeni olan galvanik korozyonun hem mekanik (taban-kanat bileşeninin ayrılması) hem de biyolojik etkileri olabilir.¹³⁻¹⁷

Bu sorunu aşmak için, birçok üretici firma altın bazlı lehimleme malzemelerini piyasaya sürmüştür. Bu, altın alaşımlarından daha az dirençli olan paslanmaz çeliğin çözünmesine yol açabilir ve bu durum, braket tabanlarının ağız içinde korozyonunun yanı sıra paslanmaz çelik alaşımlarından Nikel sızmasının da bir açıklaması olabilir.¹⁸ Braketlerden ve genel olarak ortodontik apareylerden metal iyon salı-



Şekil 7.7 Karşılaştırma amacıyla sabit retansiyon apareylerinde kullanılan bazı dental restoratif kompozitler için kuvvet derinliğini gösteren yüklenme-yüklenmeme eğrileri.



Şekil 7.8 Bir hastanın debonding işleminden 5 yıl sonraki frontal oklüzyon ve mandibular ark görünümü. Her iki kanin dişinde de labiolingual rotasyon, tüm anterior dişlere hala bağlı olan çok sarımlı sabit retansiyon apareyinin (7 sarımlı, 0,027 inç çelik) açılması yönünde gözlemlendi. Telin deformasyonu sol lateral kesici diş ve kanin dişi arasında klinik olarak görülebilmektedir.

KUTU 7.8 Sabit Retansiyon için Kullanılan Teller

Sabit retansiyon apareylerinin en yaygın tipleri, tüm anterior dişlere bondlanan hafif, yuvarlak, çok sarımlı çelik ark teli ve yalnızca kanin dişlerine bondlanan ağır, yuvarlak, kalın çelik teldir. İkinci tip, daha düşük bir kopma oranı gösterir; ancak retansiyon apareyine bağlanmamış kesici dişlerin sıklıkla relapsına neden olur. Sabit retansiyon apareylerine bondlanan dişlerin istenmeyen hareketlerini önlemek için, daha yüksek bükülme ve burulma sertliğine sahip ark telleri, sabit retansiyon apareylerinin yapımı için daha uygun olabilir.

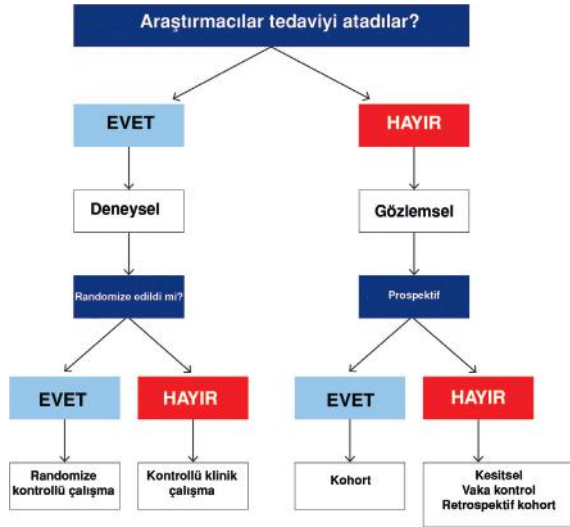
özelliklerindeki değişiklikleri değerlendirmiştir. Ağız içi yaşlanma süreleri 2 ila 17 yıl arasında değişkenlik göstermiştir. Araştırmacılar, ağız içi yaşlanmanın lingual sabit retansiyon apareylerini yaptırmak için kullanılan rezin kompozit adezivlerin kimyasını etkileyebileceğini, ancak Vickers dayanıklılığını, indentation modülünü ve elastik indeksi etkilemediği sonucuna varmışlardır.⁹⁶ Kutu 7.8, sabit retansiyon apareyi yapımında kullanılan ark telleriyle ilgili önemli noktaları özetlemektedir.

Kompozit Reziner

Lingual retansiyon apareyi için kullanılan kompozit rezin ağız boşluğuna maruz kaldığı için bazı özel fiziksel ve kimyasal özelliklere ihtiyaç duyar (Kutu 7.9). Ortodonti literatüründe bu adezivlerin mekanik özelliklerinde önemli farklılıklar tespit edilmiş ve klinik etkinliklerinde farklılıklar olduğu gösterilmiştir.⁹⁷ Ortodontik adezivler yüksek bağlanma dayanıklılığı sağlamalıdır; ancak retansiyon apareyi çıkarıldığında veya tamir edildiğinde diş yüzeyinin hasar görmesine neden olacak kadar yüksek olmamalıdır. Ayrıca diş çürüklerine karşı koruma sağlamalıdır.

Rezinin dayanıklılığı, çiğnemeyle meydana gelen aşınmaya karşı direnç için en baskın faktördür. Aşınma, telin kompozitin yüzeyinden ayrılmasına neden olur.^{87,98,99}

Daha yüksek dayanıklılık ve dolayısıyla artan aşınma direncine sahip adezivler, retansiyon apareyi yapımında tercih edilmektedir.



Şekil 8.4 Klinik çalışma akış şeması.

TABLO 8.1 Gözlemsel Çalışmaların Özellikleri

Prospektif	Maruziyet bilgisi çalışmanın başında, sonuç bilgisi ise gelecekte bir zamanda toplanır.
Retrospektif	Maruziyet bilgisi geriye dönük olarak toplanır.
Longitudinal	Amaç, olayların zaman içindeki seyrini izlemektir.
Kesitsel	Maruziyet ve sonuç bilgisi aynı anda toplanır (anlık görüntü).
Tanımlayıcı	Belirli bir zamanda bir sonucun dağılımını tanımlar.
Analitik	Risk faktörleri ile ilgi duyulan sonuç arasındaki ilişkiyi araştırır.

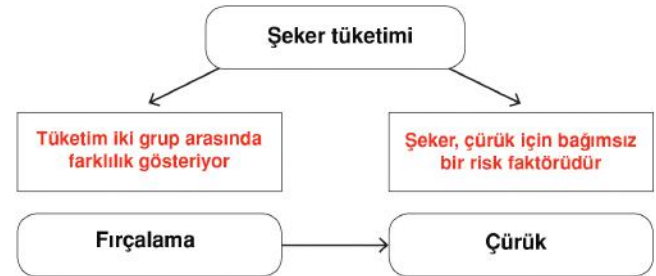
TABLO 8.2 Maruziyet ve Sonuç Örnekleri

Maruziyet	Sonuç
Dental agenezis	Kanin gömülülüğü
Üst süt kanin dişinin erken kaybı	Maksiller kanin gömülülüğü
Ortodontik tedavi	Diş çürüğü
Çekimsiz tedavi	Yirmi yaş dişi gömülülüğü
Yarık damak	Dental agenezis
Suların florlanması	Diş çürüğü
Sosyoekonomik durum	Ağız hijyen durumu

ve bu sondalama derinliği, kemik yüksekliği gibi ölçütlerle değerlendirilebilir. Ortodontide maruziyet ve sonuçla ilgili başka örnekler Tablo 8.2'de gösterilmektedir. Lütfen unutmayın, maruziyetler araştırma sorusuna bağlı olarak sonuç haline de gelebilir. Dental agenezis buna bir örnektir, çünkü kanin gömülülüğü bir sonuç olarak değerlendirilirken bir maruziyet olur, damak yarığı maruziyet olduğunda agenezis bu durumda bir sonuçtur. Maruziyet ve sonuç kavramları genellikle farklı adlarla da ifade edilebilir (bkz. Tablo 8.3).

TABLO 8.3 Maruziyet ve Sonuçlar için Alternatif Terimler

Maruziyet için Alternatif Terimler	Sonuç için Alternatif Terimler
Tedavi grubu	Sonlanım noktası
Risk faktörü	Hastalık/durum
Açıklayıcı değişken	Cevap değişkeni
Öngörücü veya kovaryant	
Bağımsız değişken	Bağımlı değişken
<i>x-değişkeni (matematiksel denklemlerde kullanılır)</i>	<i>y-değişkeni (matematiksel denklemlerde kullanılır)</i>



Şekil 8.5 Karıştırıcı değişkenin klasik açıklaması.

Gözlemsel (ve randomize olmayan) çalışmalarda bir maruziyet ile bir sonuç arasındaki ilişkiyi araştırırken, nedensel bir ilişki kurmak genellikle zordur. Karşılaştırılan gruplar, sonuçla ilişkili olan başka faktörlerin dağılımı açısından farklı özelliklere sahipse, gerçekte var olmayan bir ilişki varmış gibi görünebilir. Bu duruma *karıştırıcı* etki denir. Örneğin, varsayımsal olarak diş fırçalama alışkanlığı ile çocuklarda diş çürüğü arasındaki ilişkiyi incelemek istediğimizi düşünelim (Şekil 8.5). Tüm diğer değişkenlerin eşit olduğunu varsaydığımız bir RCT tasarımında, iki grup arasındaki çürük farklarının yalnızca fırçalama alışkanlığına bağlı olmasını bekleriz. Ancak, çürükle ilişkili (sonuç) başka bir risk faktörünün bu iki grup (iyi ve kötü fırçalayanlar) arasında eşit dağılmadığını varsayalım. Bu ikinci risk faktörü örneğin diyetle alınan şeker miktarıysa ve kötü fırçalayan çocuklar iyi fırçalayanlara göre daha fazla şeker tüketiyorsa? Şeker tüketiminin çürüğü teşvik ettiğini ve şeker tüketiminin dişlerini kötü fırçalayanlar arasında daha yüksek olduğu gerçeğini kabul edersek kötü fırçalamanın çürük üzerindeki etkisinin, bu grupta çürüğün önlenmesine karşı etkili olacak başka bir faktör nedeniyle "büyütülmesi" muhtemeldir. Bu faktör maruziyet (fırçalama) ve sonuç (çürük) arasındaki ilişkiyi karıştırmakta veya bulanıklaştırmaktadır ve buna karıştırıcı denir. Tanım olarak, bir karıştırıcı maruziyet ve sonuçla ilişkili olan ancak nedensel yolda yer almayan bir faktördür.

Gözlemsel çalışmalarla ilgili bir diğer sorun da yanlışlıktır. Gözlemsel çalışmalarda en yaygın yanlış türleri seçim yanlışlığı ve bilgi yanlışlığıdır (Bkz. Tablo 8.4). Yanlışlık, çalışmanın tasarımında ve yürütülmesinde yapılan sistematik bir hatadır ve sonuçların yanlış yorumlanmasına yol açar. Bu nedenle, yanlışlık çalışmanın planlama ve yürütme aşamalarında dikkate alınmalıdır; çünkü çalışma tamamlandıktan sonra düzeltilemez. Yanlışlık, örneklemden değişkenlikten kaynaklanan *rastgele hatadan* ayrılmalıdır ve örneklem büyüklüğünün artırılmasıyla azaltılabilir. Klinik çalışma sonuçları doğru ya da yanlış olabilir. Sonuçlar *karıştırıcı* etkiler, yanlışlık ya da rastgele hata sebebiyle yanlış olabilir (Şekil 8.6).

Önemli bir unsur, klinik anlamlılık ve klinik önemdir. Şekil 8.14, kesin tedavi etkilerinin makul olduğunu göstermektedir; ancak bu etkiler yalnızca istatistiksel ölçütlere dayanarak değil, klinik önem bağlamında yorumlanmalıdır.

4. Dış geçerlik ya da genellenebilirlik

Bir çalışmanın dış geçerliği, deney sonuçlarının diğer ortamlara ve popülasyonlara uygulanabilirliğidir. Bu, klinisyen ya da hastanın çalışmanın bulgularının nasıl en iyi şekilde uygulanabileceğiyle ilgilendikten kritik bir öneme sahiptir.

4a. Sonuçlar kime uygulanabilir?

Deney popülasyonlarının aynı olması pek olası olmasa da, dahil etme ve dışlama kriterleri ilgiliyse ve biyolojik yanıtlar tutarlı ise, sonuçların diğer ortamlara ve popülasyonlara uygulanabilirliği çoğu zaman mümkündür.

4b. Sonuçlar hastalar için önemli mi?

Okuyucunun klinik soruya yanıt vermesini sağlayan bilgilere ek olarak, hastalar için önemli olan diğer sonuçlar, örneğin yan etkiler, dikkate alınmalıdır. Örneğin, ortodontik hizalamanın etkinliği ve posterior interdiyalitasyonun kalitesi klinisyenler için önemli olabilir; ancak ağrı ve apareylerin etkisi gibi potansiyel yan etkiler, dikkate alınması gereken önemli yönlerdir. Ayrıca, hastalar için önemli olan sonuçların klinik çalışmalar kapsamında değerlendirilmesi de önemlidir; örneğin, tedavinin ağız sağlığıyla ilişkili yaşam kalitesi üzerindeki etkisi. Hem genel diş hekimliği literatürünü^{20, 21} hem de özel olarak ortodonti literatürünü²¹ kapsayan meta-epidemiolojik derlemeler, hasta odaklı sonuçlara odaklanan araştırmaların yetersizliğini ortaya koymuştur. Ortodontiye özgü standartlaştırılmış bir temel sonuçlar seti bu durumu düzeltecektir.

RCT'leri değerlendirmek için, RCT kalitesiyle ilişkili belirli özelliklere dayalı olarak puan verilen ölçekler dahil olmak üzere basit yaklaşımlar geliştirilmiştir.²² Ancak, Cochrane İşbirliği bu tür puanlamaların (çünkü RCT kalitesinden daha çok raporlama kalitesiyle ilişkili olabilirler) kullanımına karşı uyarıda bulunmuş ve sistematik derlemelere dahil edilecek RCT'lerin metodolojik kalitesini değerlendirmek için Cochrane Yanlılık Riski Aracı'nı geliştirmiştir. Yanlılık Riski Aracı'nın 2. versiyonu, değerlendirilmesi gereken temel alanları tanımlamış ve yanlılık riski değerlendirmesini düşük risk, yüksek risk veya bazı endişeler (önceden belirsiz risk) olarak sınıflandırmıştır; sonuncu madde, ya bilgi eksikliğini ya da potansiyel yanlılık riski konusundaki belirsizliği ifade eder.⁸ Oxford (İngiltere) merkezli kanıta dayalı tıp merkezi (CEBM)'de, RCT kalitesini değerlendirmek için kolay izlenebilir bir kontrol listesi geliştirmiştir. Tam belgeye <http://www.cebm.net/index.aspx?o=1157> adresinden ücretsiz olarak erişilebilir ve RCT değerlendirmesi için kullanılabilir.²³

Kritik Değerlendirme Becerileri Programı (CASP), bir RCT değerlendirilirken aşağıdaki tetikleyici soruların kullanılmasını önermektedir (Kutu 8.1).²⁴

Çıkar Çatışması

Güçlü prospektif araştırmalar tarafsızlığa dayanır, ancak bu durum çıkar çatışmasıyla tehlikeye girebilir. Çıkar çatışması, birincil çıkarılara (örneğin, bir hastanın refahı ya da araştırmanın geçerliliği gibi) ilişkin mesleki yargının, ikincil çıkarılardan (örneğin, maddi kazanç gibi) aşırı şekilde etkilenmesi durumunu ifade eder. Kariyerinde ilerlemek isteyen ya da araştırma alanına tutkuyla bağlı olan araştırmacılar, farkında olmadan nesnelliklerini kaybedebilir. Biyomedikal araştırmalarda, olumlu ve "ilgi çekici" araştırma çalışmaları ve sonuçlarının öncelikli olarak yayımlanması yaygındır ve bu durum, sırasıyla yayın yanlılığı ve seçici sonuç raporlamasına yol açarak sistematik derleme sonuçlarının yanlı olmasına neden olabilir.²⁵⁻²⁷ Şirket sponsorluğundaki kongrelere, pratik atölyelere ve lüks yemeklere katılım; ücretsiz ürünlerin alınması; şirket masraflarıyla seyahat edilmesi gibi durumların hepsi çıkar çatışmasına neden olabilir. Ortodontideki diğer çıkar çatışması kaynakları, bir araştırmacının bir teknik ya da sistemin geliştirilmesindeki rolünden kaynaklanabilir.²⁸ Bu gelişimin ortodonti alanındaki etkisi belirsizliğini korumakla birlikte, tıp alanında, ilaç endüstrisi tarafından finanse edilen çalışmaların, sponsor firmanın ürününü destekle-

KUTU 8.1 Kritik Değerlendirme Becerileri Programına Göre Randomize Kontrollü Çalışma Değerlendirmesi İçin Tetikleyici Sorular

Kısım A: Randomize kontrollü bir çalışma için temel çalışma tasarımı geçerli mi?

1. Çalışma açıkça odaklanmış bir konuyu ele alıyor mu?
2. Hastaların tedavilere atanması rastgele yapılmış mı?
3. Çalışmaya katılan tüm hastalar, çalışmanın sonucuna uygun şekilde hesaba katılmış mı?

Bölüm B: Çalışmanın metodolojik kalitesi uygun mu?

4. Katılımcılar, kendilerine uygulanan müdahaleye karşı 'kör' müydü?
 - Araştırmacılar, katılımcılara verdikleri müdahaleye karşı 'kör' müydü?
 - Sonuçları değerlendiren/analiz eden kişiler 'kör' müydü?
5. Randomize kontrollü çalışmanın başında çalışma grupları benzer miydi?
6. Deneyisel müdahale dışında, her çalışma grubu aynı düzeyde bakım aldı mı (Eşit şekilde mi tedavi edildi)?

Bölüm C: Sonuçlar nelerdir?

7. Müdahalenin etkileri kapsamlı şekilde raporlanmış mı?
8. Müdahalenin veya tedavi etkisinin tahmininin doğruluğu raporlanmış mı?
9. Deneyisel müdahalenin faydaları, zararları ve maliyetlerinden daha mı üstün?

Bölüm D: Sonuçlar yerel düzeyde yardımcı olur mu?

10. Sonuçlar yerel popülasyona ya da sizin bağlamınıza uygulanabilir mi?
11. Deneyisel müdahale, bakımınız altındaki kişiler için mevcut müdahalelere göre daha fazla değer sağlayacak mı?

From Critical Appraisals Skills Programme (CASP). CASP Checklists. Available at: <https://casp-uk.net/casp-tools-checklists/>.

yen sonuçlar üretme olasılığının daha yüksek olduğu bildirilmiştir.²⁹ Güncellenmiş CONSORT raporlama kılavuzları, "finansman kaynakları ve diğer desteklerin (örneğin ilaç temini gibi), fon sağlayıcıların rolünün..." açıklanmasını zorunlu kılmaktadır.¹²

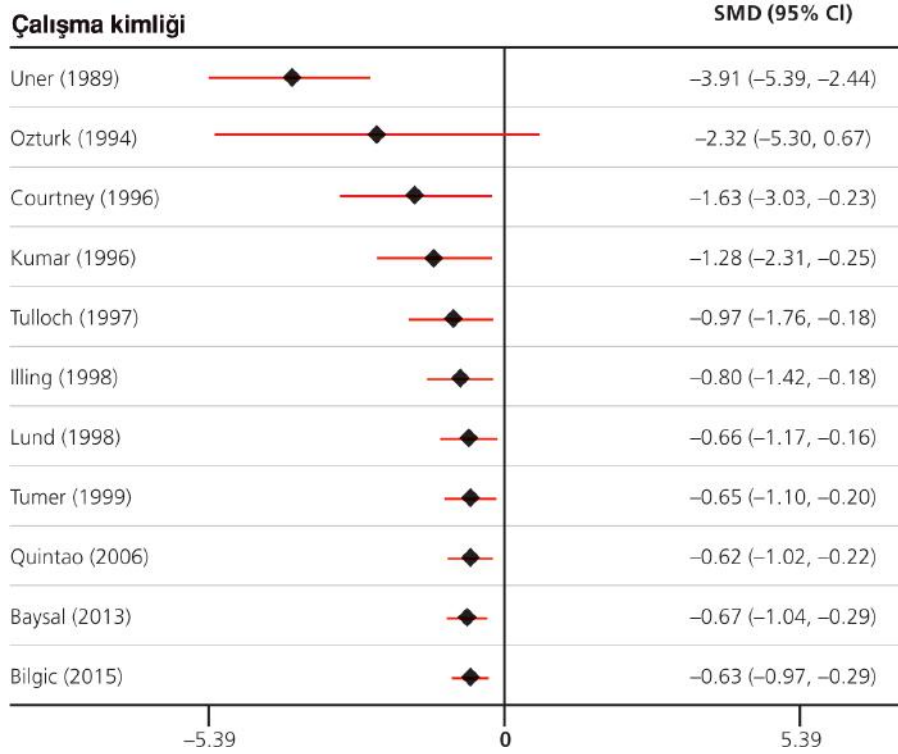
Gözlemsel ve Randomize Çalışmaların Karşılaştırılması

RCT'ler, araştırmacının maruziyeti ya da girişimi çalışma katılımcılarına rastgele atadığı, kohort çalışmalarına benzer araştırmalardır. Klinik çalışmaların amacı, bir girişimin etkinliğini ve güvenliğini araştırmaktır. RCT'ler, yeni bir tedavinin değerlendirilmesinde en uygun yaklaşım olarak yaygın şekilde kabul görmektedir. Gözlemsel ve randomize çalışmalar arasındaki bazı temel farklar Tablo 8.11'de özetlenmiştir.

RCT'ler, ya alternatif girişimler arasında gerçek dünyadaki seçimleri desteklemeyi amaçlar (pragmatik) ya da bir girişimin etki mekanizmalarını anlamayı hedefler (açıklayıcı).³⁰ Gözlemsel çalışmalar, farklı özelliklere sahip popülasyonları içerdiklerinden, bir girişimin günlük klinik uygulamalarda nasıl işlediğine dair göstergeler sunabilir; bu nedenle daha pragmatik olabilir ve daha yüksek dış geçerlilik taşıyabilir.³¹ Ancak, dış geçerlilik, girişime, incelenen sonuca ve ortamın sonuçları üzerindeki etkisine bağlı olarak değişebilir. Örneğin, hizalama için ortodontik apareyler gibi etkili girişimlerin değerlendirildiği çalışmalar, kuvvetler uygulandığında diş hareketlerinin öngörülebilir olması nedeniyle, çalışma tasarımından bağımsız olarak dış geçerliliğe sahip olma olasılığı yüksektir.

Bir çalışmanın dış geçerliliği aşağıdaki sorular dikkate alınarak değerlendirilebilir³²:

- Çalışma popülasyonu, bulguları uygulamak istediğimiz popülasyondan farklı mı?
- Hedef popülasyonun özelliklerinin sonuçları etkileme olasılığı var mı?
- Tüm uygunluk kriterlerini karşılamayan hedef popülasyona sonuçlar genellenebilir mi?



Şekil 8.21 Kümülatif meta analiz orman grafiği

azaldığı görülmektedir. Bu olguyla ilişkili kavramlar arasında yenilik yanlılığı⁵⁴ ve kazananın laneti (winner's curse)⁵⁵ yer almaktadır.

Şekil 8.21, etkinin zaman içinde seyrmesine rağmen 1994 yılı dışında tüm yıllarda anlamlı kaldığını gösteren ikinci bir kümülatif meta-analiz örneğini sunmaktadır.⁵⁶ Bu meta-analizde, fonksiyonel apareylerle kısa süreli ortodontik tedavinin maksiller büyüme (sonuç ölçütü: SNA açısı) üzerindeki etkinliği incelenmiştir.

Sistemik derlemelere yönelik araştırmalar giderek genişlemekte ve mevcut kanıtların değerlendirilmesi ve sentezlenmesi için yeni yöntemler geliştirilmektedir. Meta-analizdeki görece yeni bir gelişme, belirli varsayımlar altında, farklı girişimlerin doğrudan ve dolaylı karşılaştırmalarının aynı sonucun kullanıldığı çalışmalar aracılığıyla birleştirilmesini mümkün kılar; bu da birleşik tahminler hesaplanırken bilgi kaybını azaltır.⁵⁷ Bu tür *meta-analize çoklu girişimler meta-analizi* (MIM) ya da *karma tedaviler veya ağ meta-analizi* (NMA) denir. MIM uygulanması, gerekli varsayımlar sağlandığında, girişimler arasında doğrudan karşılaştırmalar olmasa bile farklı girişimlerin etkinlik açısından sıralanmasına olanak tanır. Örneğin, A, B ve C tedavileri esas olarak bir kontrolle karşılaştırılmışsa, NMA bu üç tedaviyi etkinlik açısından sıralayabilir. Bu yöntem, ortodontide de kullanılmıştır; örneğin, konvansiyonel ve kendinden bağlanan braketlerle yapılan ortodontik hizalamanın gö-reli verimliliğini karşılaştırmak için uygulanmıştır.⁴¹

Şekil 8.22, kendinden bağlanan ve konvansiyonel braketlerin etkinliğine ilişkin NMA'ya ait ağ haritasını göstermektedir. Düğümün boyutu, her bir braket sistemine ait katılımcı sayısına karşılık gelir. Bir braket sistemiyle ilgili katılımcı sayısı arttıkça, o girişime ait düğüm büyür. Doğrudan karşılaştırılabilen tedaviler, düz bir çizgi ile birbirine bağlanır. Bu çizginin kalınlığı, karşılaştırmaya ait çalışma sayısı ile ilişkilidir; karşılaştırmaya ait çalışma sayısı arttıkça, bu girişimleri bağlayan çizgi daha kalın olur. En sık karşılaşılan sistemin konvansiyonel braketler, ardından Damon sistemi olduğu açıktır; en sık karşılaştırma ise Damon ile konvansiyonel sistem arasındadır. Noktalı çizgiler, do-

laylı karşılaştırmaları gösterir; çünkü örneğin, Damon ile SmartClip ya da In-Ovation ile SmartClip arasında doğrudan karşılaştırma yapan çalışmalar bulunmamaktadır. Ancak, bu karşılaştırmalara ilişkin kanıtlar, ağ yapısı üzerinden dolaylı yolla elde edilebilir.

NMA'nın bir diğer avantajı da, girişimlerin örneğin etkinliklerine göre sıralanabilmesidir (Şekil 8.23).

KLİNİK UYGULAMADA KANITA DAYALI ORTODONTİNİN UYGULANMASI

EBO uygulaması, klinik uzmanlık, hastaların bakımında ilgili araştırma bulgularının eleştirel şekilde uygulanması ve hastaların değerlerine ve tercihlerine saygı gösterilmesini gerektirir. Aşağıdaki bölümde, EBO'nun pratiğimize nasıl uygulanacağına dair adım adım bir örnek sunulacaktır.

Örnek

Bir anne, 9 yaşındaki oğlunu “üst dişlerinin çok önde olması” şikâyetiyle getiriyor (Şekil 8.24). Muayene sonrası hastada, iskeletsel bileşeni olan Sınıf II maloklüzyon ve üst kesici dişlerde diastema olduğu sonucuna varıyoruz.

Uzman klinisyenler olarak, bu vakayı daimi dişlenme tamamlandığında, yani ergenlikte tedavi edebileceğimizi ya da hemen overjet azaltımını hedefleyen ve sonrasında kapsamlı ortodontik tedavi ile devam edecek iki aşamalı bir plan ile tedavi edebileceğimizi biliyoruz. Her iki yaklaşımın da Tablo 8.12'de iki aşamalı tedavi yaklaşımının artılarının ve eksiklerinin vurgulandığı gibi olası avantaj ve dezavantajları vardır.

Peki bilimsel literatür, tek aşamalı ve iki aşamalı tedavilerin üstünlükleri hakkında ne söylüyor? Bu hastayı tek aşamada mı yoksa iki aşamada mı tedavi ettiğimize bağlı olarak, elde edilecek nihai tedavi sonucu farklı olacak mı?

Bu bilgiye ulaşmanın bir yolu, PubMed'in klinik sorgular bölümünde (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/clinical>) “öne çıkık dişlerin tedavisi” ifadesini aramaktır. Bir dizi çalışma listelenecektir ve

olmadığı⁶⁵ ve hastaya özgü faktörleri ve profesyonel deneyimi göz ardı edebileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, EBO klinik uzmanlığı ve hasta tercih ve değerlerini göz ardı etmeden tüm kanıtları faydalı kabul eder; bu Cochrane derlemelerine gözlemsel verilerin dahil edilmesi ve GRADE yaklaşımının bunu açıkça vurgulamasıyla ortaya konmuştur.

RCT'ler, yüksek düzeyde kontrol edilen ve genellikle daha az yanlılık içeren çalışmalardır; çünkü çoğunlukla seçilmiş ortamlarda yürütülürler, bu durum sonuçlarının genellenebilirliğini azaltabilir. Yani, RCT'ler genellikle yüksek iç geçerlik, fakat düşük dış geçerlik taşır.³¹ Örneğin, Sınıf II maloklüzyon tedavisini ele alırsak, Sınıf II maloklüzyon, maksiller protrüzyon, mandibular retrognati ya da bu ikisinin kombinasyonu gibi çok çeşitli varyantlarla ortaya çıkan multifaktöriyel bir problemdir. Oldukça seçilmiş bir katılımcı grubuyla yürütülen bir RCT'de başarı gösteren bir tedavi, genel Sınıf II popülasyonuna uygulanamayabilir. Bu nedenle, RCT bulgularının daha az genellenebilir olduğunu söyleyebiliriz ki bu, bu bölümde daha önce ayrıntılı olarak incelediğimiz bir kavramdır.

Bir diğer eleştiri, hastalığın farklı şekilde ortaya çıkışı ve tedaviye yanıtların değişkenliği göz önüne alındığında, EBM'nin bireysel hasta düzeyinde kullanılmasındaki sınırlılıklarla ilgilidir. Gerçekten de, klinik uzmanlık, teori, kanıt, hasta değerleri ve bireysel düzeydeki uygulama arasında dikkatli bir denge kurulması gerekir. Cochrane Kütüphanesi, yalnızca RCT'leri değil, diğer türdeki çalışmaları da içermekte ve sürekli olarak yeni yöntemleri teşvik etmektedir. EBO, en başından beri kanıtların tek başına karar vermeye yetmeyeceğini kabul etmiş ve hasta değerlerini en az kanıt kadar önemli görmüştür. Ayrıca EBO, gizli değil şeffaf bir yaklaşımdır; çünkü kanıtların sadece uzmanlara değil, herkese ait olmasını sağlar.⁶⁶

Ele alınan soruya yanıt verecek en iyi kanıtları ve kaynakları bulmak ve süzmek, oldukça zordur. Mevcut çok sayıdaki klinik sorun ve girişim göz önüne alındığında, tüm sorulara yanıt vermek kolay değildir. Ancak, veri miktarının üstel şekilde artmasıyla, bu boşlukların zamanla azalması olasıdır. Muazzam miktardaki verilere rağmen, çalışma tasarımı, yürütme, analiz ve raporlamadaki sınırlılıklar nedeniyle, araştırma bulgularının kullanılabilirliği düşük kalmaktadır.⁹ Bu sınırlılık, doğrudan EBO'nun kendisinden değil, EBO çerçevesinin gelişimiyle birlikte fark edilen bir sorundur. Bu da, klinik uzmanların araştırmaları eleştirel biçimde değerlendirmeye ve mevcut kanıtları, hastalarının özgün risk ve değerlerini dikkate alarak uygulama becerilerinin önemini vurgulamaktadır.

KANITA DAYALI ORTODONTİNİN GELECEĞİ

Tüm eleştirilere ve sınırlamalara rağmen, EBO kalıcıdır ve günümüzde modern diş hekimliği fakültesi müfredatının ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmektedir.⁶⁷ EBO'nun geleceğine ilişkin bazı önemli sorular şu şekildedir:

- Öğrencilerimizi daha iyi nasıl eğitebiliriz?
- Daha kaliteli araştırmaları nasıl teşvik etmeye devam edebiliriz?
- Desteklenmemiş yeni teknikler/cihazlar ile ilerleme ve yenilik arasındaki dengeyi nasıl kurabiliriz?
- Teknoloji, EBO sürecine nasıl entegre edilebilir?
- Verileri daha etkili şekilde nasıl paylaşabiliriz?

- EBO'nun uygulanmasını nasıl daha kolay hale getirebiliriz?

Hem lisans hem de lisansüstü düzeyde artırılmış eğitim ve öğretim, özellikle büyük önem taşımaktadır. Klinisyenler, kanıta dayalı diş hekimliğine karşı olumlu bir tutum sergilemelerine rağmen, literatürdeki çelişkili bulgular nedeniyle zayıf anlama ve hatta kafa karışıklığı yaşadıklarını ifade etmektedir.⁶⁸ Çalışma tasarımı, analiz ve raporlama ile ilgili temel kavramların daha iyi anlaşılması, daha kaliteli araştırmaları teşvik edecek, araştırma israfını azaltacak ve sonuç olarak hasta bakımını iyileştirerek kaynakların daha etkili şekilde kullanılmasına olanak sağlayacaktır. Araştırmalar çoğunlukla araştırmacı odaklı yürütülmüş ve hastalar, bakım sağlayıcıları ve toplum gibi paydaşların ihtiyaçları tam olarak dikkate alınmamıştır. Bu boşluğu kapatmak amacıyla, hem araştırmacılar hem de paydaşlar tarafından bilgilendirilen sağlık araştırmalarında öncelik belirleme çalışmaları yoğun bir şekilde yürütülmektedir.^{69, 70} Ortaya çıkan ve tamamlayıcı kavramlar arasında, konu alanında bilinenlerin ve bilgi boşluklarının değerlendirilmesinde görsel bir araç sağlamayı amaçlayan kanıt ve boşluk haritalarının (EGM'ler)⁷² oluşturulması olan kapsam belirleme incelemeleri⁷¹ yer almaktadır. EGM'ler kanıta dayalı klinik karar verme süreci için faydalı ve kullanıcı dostu araçlar olabilir.

Teknolojik gelişmelere ve yeniliklere ayak uydurmak, klinisyenlerin eleştirel düşünen bireyler olarak eğitilmesiyle sağlanabilir. Günümüzde, etkinliği sorgulanabilir birçok yeni "cihaz" sürekli olarak pazarlanmaktadır,⁶² bunun bir nedeni de, ortodontik ürünlerin onay sürecinde güvenliğe verilen önemin, etkinlik kanıtına verilen öneme kıyasla daha fazla olmasıdır.

Nadir durumlara ait veriler ve doğası gereği gözlemsel olan veri kaynakları bağlamında, randomize kontrollü çalışmaların mümkün ya da etik olmadığı durumlarda, birden fazla merkezden elde edilen büyük veri tabanlarının oluşturulması, hastaların hakları korunmak kaydıyla, değerli bilgi kaynakları sunabilir. Bu nedenle, veri toplama, veri paylaşımı ve veri analizini kapsayan ve aynı zamanda anonimlik ile insan haklarının korunmasını güvence altına alan koordineli bir sağlık veri yönetimi sistemi, oldukça cazip bir çözüm sunmaktadır (Şekil 8.28).

Veri toplama, dijital platformlar arasında uyumluluk ve veri girişinde standardizasyon gerektirir. Büyük miktarlarda bireysel hasta verisi, insan hakları koruma kurallarının uygulanmasını gerektirir ki bu kurallar; veriler ulusal sınırlar ötesinde paylaşıldığında oldukça karmaşık hale gelebilir ve bu veriler gelişmiş ve etkin teknolojilerle korunmalıdır.⁷³ Bu tür verilerin ve yöntemlerin akılcı şekilde kullanılması, hatasız çalışan dijital sağlık ekosistemlerinin kurulmasını gerektirir; böylece EBO'nun "kullanıcı" düzeyinde etkili ve faydalı bir şekilde sunulması mümkün olur. Veri paylaşımı, şeffaflığı, yeniden üretilebilirliği, mevcut verilerin daha iyi kullanımını kolaylaştırarak araştırma projelerinden elde edilen kazancı artırmak açısından önemli bir adım olarak tanımlanmıştır.⁷⁴ Veri paylaşımı, bilim insanları ve klinisyenler arasında iş birliğini artırarak, bilginin yayılmasını kolaylaştırmak ve verimliliği artırmak açısından da önemli bir rol oynar.

Veri bilimi, mevcut araştırmalara erişimi artırabilir ve çalışma bulgularının raporlama standartları, bu sonuçların EBO çerçevesinde verimli şekilde kullanılmasını kolaylaştırır.⁷⁵ Makine öğrenimi ve yapay zeka algoritmaları, tanı koyma ve tedavi optimizasyonu alanlarında



Şekil 8.28 Sağlık verileri yönetim akışı

Bununla birlikte, çoğu araştırmacı bu sistemlerin klinik kullanım için uygun hâle gelebilmesi adına daha fazla geliştirme ve iyileştirmeye ihtiyaç duyduğunu bildirmiştir.^{44,41,43}

Bilgisayar Destekli Tasarım / Bilgisayar Destekli Üretim / Katmanlı Üretim (CAD/CAM/AM)

Bilgisayar destekli tasarım / bilgisayar destekli üretim / katmanlı üretim (Computer-Aided Design / Computer-Aided Manufacturing / Additive Manufacturing, CAD/CAM/AM) teknolojilerinin kullanımı diş hekimliğinde hızlı bir gelişim göstermektedir. CAD/CAM/AM teknolojileri; şeffaf plakların üretiminde, kişiye özel reçeteli braketlerin tasarımında, robotlar tarafından bükülen özel tellerin hazırlanmasında, cerrahi implant kılavuzlarının oluşturulmasında, ortodontik apareylerin üretiminde ve maksillofasial cerrahi şablonlarının hazırlanmasında kullanılabilmektedir. Bu uygulamaların büyük bir kısmı, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) ve intraoral ya da yüz taramaları gibi optik tarama yöntemleriyle elde edilen üç boyutlu (3B) sert ve yumuşak doku görüntülerine dayanmaktadır.¹ Diş segmentasyonu, ortodontik apareylerin ve cerrahi kılavuzların tasarlanması ve üretilmesi sürecinde dijital iş akışının kritik bir basamağını oluşturmaktadır. Genellikle bu işlem eğitilmiş diş hekimleri tarafından manuel olarak gerçekleştirilmektedir. Ancak manuel segmentasyon zaman alıcıdır ve tekrarlanabilirliği düşüktür; bu durum tedavi sonuçlarını olumsuz etkileyebilmektedir. Yapay zekâ temelli derin öğrenme algoritmalarının

dijitalleştirilmiş üç boyutlu diş yüzeyi modelleri üzerinde otomatik diş segmentasyonu amacıyla uygulanması, yüksek doğrulukta segmentasyon sonuçları elde edilmesini sağlamıştır. Bu algoritmalar dijital iş akışını hızlandırma ve insan kaynaklı hataları azaltma potansiyeline sahiptir.⁴⁶ Ayrıca MeshSegNet adı verilen derin öğrenme tabanlı bir yapay zekâ yöntemi, üç boyutlu intraoral taramacılar tarafından elde edilen ham diş yüzeylerinde tek tek dişlerin otomatik olarak etiketlenmesi amacıyla önerilmiştir.⁴⁷ Bu yapay zekâ algoritmaları, çeşitli CAD/CAM/AM ortodontik uygulamalarında gerekli olan diş pozisyonu belirleme sürecini basitleştirebilmektedir (Şekil 9.5).

Verilerin Sınıflandırılması ve Düzenlenmesi

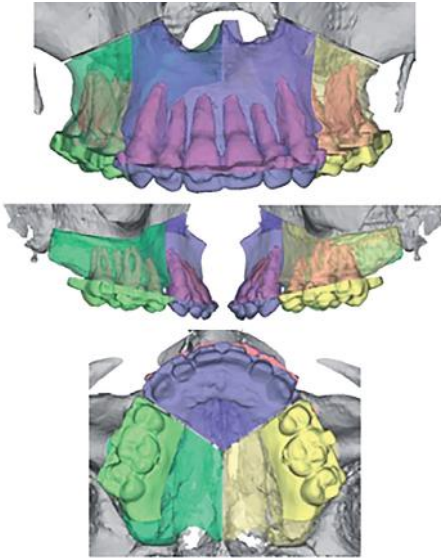
Ortodontik kayıtlar, çok sayıda görüntü, radyografi ve fotoğraf içermektedir; bu görüntülerin elektronik hasta dosyalarında düzenlenmesi zaman alıcı bir süreçtir. Derin öğrenme temelli evrimsel sinir ağı (CNN) algoritmaları, dental görüntüleri otomatik olarak tanıyabilmekte, kategorize edebilmekte ve sınıflandırabilmektedir. Bu yapay zekâ algoritmalarının; hasta veri tabanlarına yüklenecek doğru görüntülerin otomatik olarak seçilmesi ve geniş kapsamlı tıbbi görüntü arşivleri içerisinde belirli bir dental durumun aranabilmesi gibi umut verici birçok uygulama alanı bulunmaktadır.⁴⁸ Sınıflandırma ve etiketleme işlemlerinin yanı sıra, ortodontik kliniklerde ve sigorta şirketlerinde biriken büyük veri havuzları, hasta verilerinin değerlendirilmesi ve karar verme süreçlerinin desteklenmesi açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır.⁴⁸

Uzaktan Tedavi Takibi

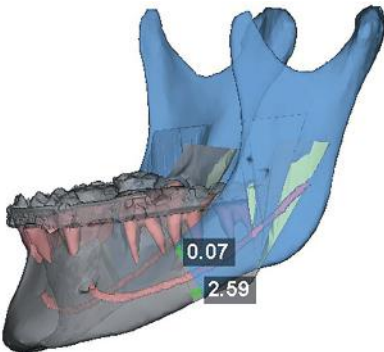
Uzaktan tedavi takibine yönelik ilginin artması, bu amaç için özel olarak tasarlanmış ortodontik akıllı telefon uygulamalarının (apps) geliştirilmesine yol açmıştır. Günümüzde mevcut olan daha gelişmiş uygulamalardan biri *Dental Monitoring* (DM) sistemidir. Bu dijital teknoloji yazılımı, ortodontistlerin kontrol vizyon teknolojisi, meta-sezgisel yöntemler ve yapay zekâ kullanılarak gerçekleştirilen sürekli analizler aracılığıyla hastaların uzaktan takibini yapmalarına olanak tanımaktadır.⁴⁹ DM teknolojisi, hastaların akıllı telefon kameralarıyla çektiği ağız içi fotoğraf ve videolardan üç boyutlu (3B) diş hareketlerini hesaplamak amacıyla patentli bir yapay zekâ makine öğrenmesi algoritması kullanılmaktadır. DM tarafından bildirilen doğruluk hatası, lineer ölçümlerde 0,1 mm'den az; tip ve tork ölçümlerinde ise 0,5 dereceden azdır.⁵⁰ DM uygulaması üç birbirine bağlı platformdan oluşmaktadır: hastalar için bir akıllı telefon uygulaması, diş hareketini takip eden patentli bir yapay zekâ algoritması ve ortodontistlerin hastaların tedavi sürecini ile tedavi öncesi veya sonrası değişiklikleri görüntüleyebildiği çevrimiçi bir Doktor Paneli (Doctor Dashboard) (Şekil 9.6). DM teknolojisinin iş akışı, ortodontistin başlangıç 3B dijital modeli STL dosya formatında Doktor Paneli'ne yüklemesiyle başlar.⁵¹ Hastalar daha sonra patentli bir yanak ekartörü ve tarama kutusu kullanarak akıllı telefonlarındaki uygulama üzerinden video kaydı yapmakta veya fotoğraf çekimi gerçekleştirmektedir. Uygulama, başlangıç taraması ile tedavi öncesi video ya da fotoğraf incelemesini kullanarak diş pozisyonu ve oklüzyona ilişkin bir başlangıç referansı oluşturur ve gelecekteki hareketleri bu referansa göre hesaplar. Sonuçlar Doktor Paneli'nde grafikler, fotoğraflar ve mevcut diş pozisyonunun 3B Eşleştirme (3D Matching) olarak adlandırılan benzersiz bir üç boyutlu görselleştirilmesi şeklinde görüntülenebilmektedir⁵² (Şekil 9.7). Uygulamanın bu özelliği, diş hareketlerinin tekrar takip edilebilmesini sağlayan çok boyutlu bir bilgi haritası oluşturmaktadır.⁵³ Diş pozisyonunun takibine ek olarak uygulama, hastaların ağız hijyenini de takip etmekte ve hem hastaya hem de hekime otomatik uyarılar göndermektedir. Ayrıca DM uygulamasının geliştiricileri, yapay zekâ algoritmasının kırık braketler, teller ve tam oturmamış şeffaf plaklar gibi klinik durumları otomatik olarak tespit edebildiğini belirtmektedir⁵² (Şekil 9.8).

Diğer Ortodontik Uygulamalar

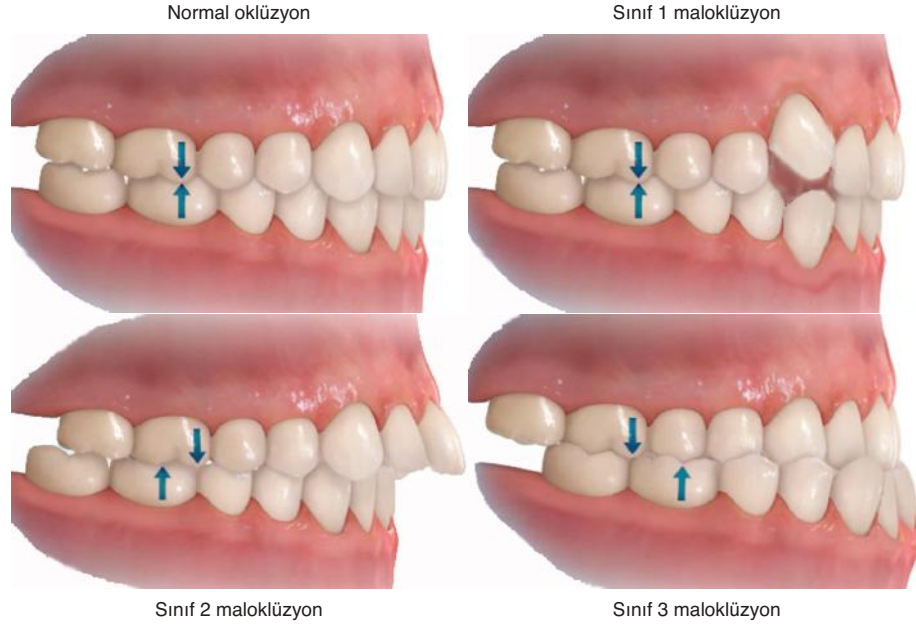
Yukarıda belirtilen yapay zekâ uygulamalarına ek olarak, yapay zekânın bir diğer potansiyel kullanım alanı ortodontik tedavi gereksiniminin değerlendirilmesidir. Thanathornwong, ortodontik tedavi



Şekil 9.3 Sanal cerrahi planlama sırasında konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüsünde maksilla ve dişlerin segmentasyonu.



Şekil 9.4 Sanal cerrahi planlama sırasında konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüsünde mandibula, dişler ve inferior alveolar sinir segmentasyonu.



Şekil 10.2 Angle, ideal oklüzyonda maksiller birinci molarların mesiobukkal tüberküllerinin mandibular birinci molarların bukkal oluklarına oturması gerektiğini öne sürmüştür. Kalıcı birinci molarları oklüzyonun anahtarı olarak tanımlamış ve bu ideal molar ilişkisi Sınıf I olarak adlandırmıştır. Bu molar ilişkisinin iki varyasyonu olduğunu gözlemlemiş ve bunları *Sınıf II* ve *Sınıf III* olarak sınıflandırmıştır. Daha sonra kaninlerin ilişkisi de *Sınıf I*, *II* ve *III* tanımlamasının bir parçası hâline gelmiştir; bu durum muhtemelen Simon'un maksiller kaninlerin oklüzyonun anahtarı olduğuna dair etkili ancak hatalı inancının sonucudur. Bununla birlikte, ideal durumda maksiller kaninlerin mandibular kaninler ile birinci premolarlar arasındaki embrasürlere yerleşmesi gerekir.

göstermektedir. Örneğin, ideal oklüzyona sahip olmasına rağmen aşırı yüz konveksitesi ve dudak kapanış yetersizliği ile birlikte dentoalveolar protrüzyon bulunan ve temel şikâyeti görünümle ilişkili sosyal sorunlar olan bir hastada bu durum tedavi için kesin bir endikasyon oluşturur (Angle'in kabul etmediği bir durumdur — ideal oklüzyona sahip protrüziv dişlerle görünümünüzden memnun değilseniz, bunu sizin algi sorununuz olarak değerlendirmiştir). Ancak her maloklüzyon da tedavi için bir endikasyon değildir. Maloklüzyonlar yalnızca hastada (ya da bir çocuk için potansiyel olarak) sosyal etkileşimlerde veya fonksiyonel açıdan bir sorun oluşturuyorsa tedavi endikasyonu sayılır.

Gerçekten de maloklüzyonun geleneksel tanımını hem bakımın tek göstergesi hem de tedavinin birincil hedefi olarak kullanmak, aktif biçimde zarara yol açabilir. Bu düşünce biçimine sıkça verilen örneklerden biri, mandibular yetersizliğe bağlı bir Sınıf II maloklüzyonun, maksiller birinci premolarların çekimi ve maksiller keserlerin retroklinasyonu yoluyla overjetin azaltılması şeklinde düzeltilmesidir. Bu plan Sınıf II maloklüzyon “sorununu” düzeltir; ancak hastanın profilinin düzleşmesine ve dentofasiyal estetiğin tedavi başlangıcına göre daha kötü bir hâl almasına yol açabilir (Şekil 10.3). Oklüzyon kavramlarını tamamen terk etmek zorunda değiliz; ancak bunların yüz ve gülüş estetiğine yönelik tedavi hedeflerimizle her zaman uyumlu olmayabileceğini kabul etmemiz gerekir.

Bununla birlikte, maloklüzyon teriminin tamamen terk edilmesini önermiyoruz; aksine bu terimin, anlamının yanlış yorumlanamayacağı bağlamlarla sınırlandırılmasını ve tedavi endikasyonlarının daha geniş çerçevesinde “ortodontik problem” teriminin kullanılmasını öneriyoruz.

Maloklüzyonla ilişkili olarak ortodontinin tedavi etmesi veya kontrol altına alması gereken hastalık ya da patoloji durumları var mıdır? Yakın zamana kadar, dişlerin yer değiştirmesinin periodontal kemik kaybı ile ilişkili olması nedeniyle instabil oklüzyonun periodontal hastalığı teşvik ettiği düşünülmekteydi. Bu ilişki neden-sonuç bağlamında yanlış yorumlanmıştır.⁸ Gerçekte dişlerin yer değiştirmesine yol açan durum, periodontal hastalık sonucunda meydana gelen periodontal atışman kaybıdır; tersi değildir. Ayrıca travmatik oklüzyonun periodontal problemlerin ortaya çıkmasında birincil faktör olduğu da düşü-

nülmüştür; günümüzde ise oklüzal travmanın periodontal problemle ilişkili olsa bile bunun nedeninde birincil değil, ikincil bir faktör olduğu kabul edilmektedir.

Ağız sağlığında oklüzyonun rolüne ilişkin bir diğer olası yanlış yorum, yüksek dolgu etkisine dair hatalı sonuçlardan kaynaklanmıştır. Bir restorasyon, prematür oklüzal temas oluşturacak şekilde yerleştirildiğinde, hastada günler hatta haftalar sürebilen diş ağrısı gelişebilmektedir. Bu bulgu, hatalı oklüzyonun pulpal hiperemiye ve periodontal lezyonlara yol açan mikrotravmalar oluşturduğu teorisini desteklemiştir. Günümüzde ortodontide, posterior dişlerin oklüzal yüzeylerine geçici ısırma düzlemi görevi görmesi amacıyla sıklıkla kompozit eklenmektedir ve hastalar genellikle diş ağrısından şikâyet etmemektedir. Yüksek dolgu ile ilişkili pulpal hipereminin büyük olasılıkla restorasyon öncesi diş preparasyonu sırasında çürüğün uzaklaştırılmasının bir sonucu olduğu, oklüzal travmanın ise ağrının ortaya çıkmasında yalnızca ikincil veya artırıcı bir faktör olduğu düşünülmektedir.

Neden-sonuç ilişkisinin benzer şekilde yanlış yorumlanması, oklüzyon ile temporomandibular disfonksiyon (TMD) arasındaki ilişkiye dair hatalı sonuçlara da yol açmıştır.⁹ Günümüzde kusurlu oklüzyonun TMD'nin ortaya çıkmasında birincil bir faktör olmadığı yaygın olarak kabul edilmektedir. Bazı bireylerde oklüzal prematür temaslar, para-fonksiyonel sıkma ya da brüksizm alışkanlığına yol açarak ikincil olarak kas spazmı, fasiit ya da tendinit neden olabilir ve bu durum temporomandibular eklem (TME) bölgesinde ağrıya yol açabilir. Ancak prematür temas olmaksızın maloklüzyonun TMD'ye neden olduğuna ya da normal varyasyon aralığı içindeki herhangi bir özel oklüzal şemanın daha etkin bir çigneme sağladığına dair kanıt bulunmamaktadır.

Dental ve İskeletsel Kompansasyonlar: Uyumsuzlukları Kamufle Etmede Doğanın Yolu

Ortodonti asistanlarının başlangıç döneminde en sık karşılaşılan yanlış algılardan biri, teorik olarak ideal oklüzyon tanımlanabiliyorsa, ideal bir iskelet paterni (çene ilişkisi) de olması gerektiğidir. Gerçek bundan oldukça uzaktır. İdeal oklüzyon mevcut olduğunda, bunun nedeni dişlerin altta yatan iskelet yapıya göre üç boyutlu doğrusal ve rotasyonel



Şekil 10.10 İdeal simetriye sahip ideal kadın yüzünün frontal dikey üçlü bölünmesi. Dikey üçte birlik bölümler yaklaşık olarak eşit olmalıdır; alt üçte birlik bölüm ise kendi içinde üst üçte birlik kısım ve alt üçte iki kısım olarak daha da alt bölümlere ayrılır. Erişkin bireyde filtrum yüksekliği yaklaşık olarak komissür yüksekliğine eşit olmalıdır.

nokta, yalnızca dikey ilişkileri değil, aynı zamanda yüz genişlikleriyle olan ilişkiyi — yani yükseklik-genişlik oranını — değerlendirmektir. Yüz bileşenlerinin genişlikleri arasındaki karşılıklı ilişkiler, yüzün genel orantısında belirleyici öneme sahiptir (Şekil 10.11). Bu nedenle az sayıda doğrusal ya da açısal “normatif” ölçüm değeri bulunmaktadır; çünkü asıl önemli olan bu bileşenlerin birbirleriyle olan ilişkileridir. Örneğin dikey olarak uzun, oval bir yüz çoğu zaman dar gonial açılar ve dar bir burun ile ilişkilidir. Dar bir yüzde geniş bir burun, bu yüz tipine göre daha belirgin ve uyumsuz görünme eğilimindedir.

Yüzün genel dikey ve yatay oranlarına ek olarak, çenenin, mandibulanın ve orta yüzün görelî projeksiyonu ya da retrüzyonu da değerlendirilmelidir. Fotoğraflar ve radyografik incelemeler daha ayrıntılı analiz yapmaya olanak sağlasa da, ilk klinik muayene sırasında genel estetik bütünlük (*gestalt*) değerlendirmesi önemlidir.

Baş ve yüzün genel değerlendirilmesinden sonra ortodontist, diş pozisyonundan en kolay etkilenen alt yüze odaklanır. Dudak prominansı, burun ve çeneye göre değerlendirilir. Büyük bir burun ve iyi gelişmiş bir çene, aksi hâlde protrüziv olarak değerlendirilebilecek bir dentisyonu maskeleyebilir ve bunu sorun olmaktan çıkarabilir. Benzer şekilde küçük bir burun ve zayıf bir çene, protrüzyon görünümünü artırabilir.

Klinik muayene sonrasında elde edilen yüz fotoğrafları ve lateral sefalogram belirli yüz özelliklerinin değerlendirilmesine yardımcı olmakla birlikte, bazı özellikler mutlaka klinik ortamda değerlendirilmelidir. Diş orta hattının yüz orta hattı ile ilişkisi ve yüz simetrisi buna örnektir. Dudak kompetansı da değerlendirilmesi gereken bir diğer özelliktir. Hasta istirahatteyken dudaklarını kapalı tutabiliyor mu ya da tutuyor mu ve bunu zorlanmadan mı yapıyor? Dudak inkompetansını (istirahatte 4 mm’den fazla ayrıklık) belirlemek için önce frontal görünüm istirahat hâlinde değerlendirilir, ardından dudaklar kapatıldığında oluşan dudak gerilimi gözlenir ve inkompetans doğrulanır. Daha sonra hasta konuşurken (bu sırada yaklaşık 2 mm diş görünümü olmalıdır) ve sosyal (poz verilmiş) gülüş sırasında (maksiller keser kronunun en az yarısı, ancak 2–3 mm’den fazla gingiva görünmeyecek



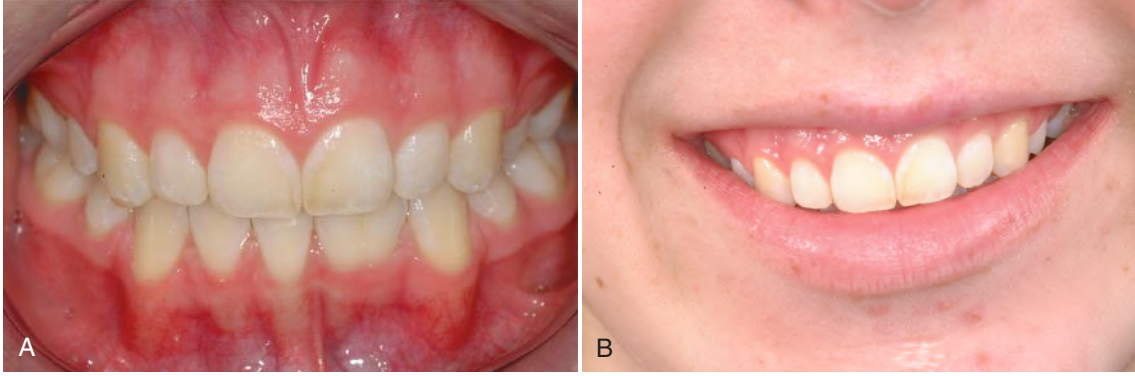
Şekil 10.11 Sagittal yüz oranları. Beşler kuralı. Midsagittal düzleminden itibaren ideal yüz, her biri yaklaşık bir göz genişliğine eşit olan beş eşit bölüme ayrılır. Ağız komissür genişliği gözlerin medial limbüsü ile aynı hizaya denk gelmeli, burun kanadı (alar) genişliği ise interkantale mesafe ile örtüşmelidir.

şekilde) gözlemlenir. Hasta istirahatte ya da gülüş sırasında geniş bir gingival bant gösteren yüksek bir üst dudak hattına sahip midir?

Poz verilmemiş (spontan) gülüş istemsizdir (yani zorunlu değildir) ve neşe ya da kahkaha ile ortaya çıkar. Gülüş dinamiklidir; bir anda ortaya çıkar ancak sürdürülebilir değildir. Yüz ifadelerini oluşturan tüm kaslar bu süreçte devreye girer; nazolabial kıvrımlar belirginleşir ve gözler kısılır. Spontan gülüş (Şekil 10.12A), gerçek insan duygusunu yansıttığı için doğaldır. Buna karşılık poz verilmiş gülüş (bkz. Şekil 10.12B) istemlidir ve mutlaka duygu eşliğinde ortaya çıkması gerekmez. Böyle bir gülüş öğrenilmiş bir selamlaşma biçimi, yatıştırma sinyali ya da özgüven göstergesi olabilir. Spontan (poz verilmemiş) gülüşte daha fazla diş görünümü beklenir.

Ortodontik tedavinin dinamik sonucunu yansıtan estetik çerçeve gülüş olduğundan, gülüşün ayrıntılı değerlendirilmesi kritik öneme sahiptir:

- **Gülüşte keser görünümü miktarı** (Şekil 10.13) Gülüş sırasında hastalar ya tüm üst keser kronunu ya da bunun belirli bir yüzdesini ve/veya gingival görünüm sergiler. Bu nedenle gülüş sırasında görülen kron yüksekliği milimetre cinsinden kaydedilir; bu ölçüm tam kron yüksekliğini ya da keserlerin kısmi görüldüğü durumlarda görülen keser miktarını içerebilir.
- **Dişeti görünürlüğü.** Gülüşte estetik açıdan kabul edilebilir dişeti görünürlüğü miktarı değişkenlik göstermekle birlikte, dişeti görünürlüğü ile istirahatteki keser görünümü arasındaki ilişki her zaman dikkate alınmalıdır. Genel olarak, gülüşteki dişeti görünürlüğünü azaltmaya yönelik tedavinin daha az agresif planlanması, yaşlanma sürecinin bu özelliği doğal olarak azaltacağı gerçeği göz önüne alındığında daha uygundur. Diş görünümünün azaldığı bir gülüşe kıyasla dişeti görünürlüğü fazla olan bir gülüş çoğu zaman daha estetik olabilir.
- **Kron yüksekliği ve genişliği.** Erişkinlerde maksiller santral keserlerin dikey kron yüksekliği milimetre cinsinden ölçülür ve genellikle 9 ile 12 mm arasında olup, erkeklerde ortalama 10,6 mm, kadınlarda ise 9,6 mm’dir. Ergenlik döneminde apikal migrasyon hızına bağlı olarak hastanın yaşı kron yüksekliğini etkileyen bir faktördür. Genişlik ise gülüş estetiğinde kritik bir unsurdur; çünkü dişlerin birbirlerine



Şekil 10.16 Ağız içi görüntüler ya da artikülatöre monte edilmiş modeller, keserlerin gülüşle olan ilişkisini yeterli biçimde yansıtmaz. Yakın plan bir ağız içi görüntüsünde (A) görünürde iyi tedavi edilmiş bir oklüzyon izlenirken, daha uzak bir gülüş görüntüsü (B) aynı oklüzal ilişkileri maksillada belirgin bir kant ile birlikte ortaya koymaktadır.

kant gelişmesi, (2) dudak perdesi (lip curtain) asimetrisi ya da (3) farklı gingival yükseklikler. Gerçek bir transversal kant genellikle mandibulanın asimetrik vertikal büyümesiyle ilişkilidir ve bunun sonucunda maksillada kompensatuvar bir kant oluşur; mevcutsa ortognatik cerrahi için bir endikasyon olabilir. Bununla birlikte transversal kant görünümü, anterior dişlerin diferansiyel sürmesi ve konumlanması ya da diferansiyel anterior kron yükseklikleri nedeniyle oluşabilir; bu durumlarda yumuşak doku modifikasyonu gerekebilir ve ortodontik tedavi planlamasında her iki olasılık da dikkate alınmalıdır. Ağız içi görüntüler ya da artikülatöre monte edilmiş dental modeller, maksillanın gülüşle olan ilişkisini yeterli biçimde yansıtmaz (Şekil 10.16). Yalnızca frontal gülüş görüntüsü, ortodontistin transversal yöndeki diş kaynaklı asimetrisi görselleştirmesine olanak tanır. Klinik olarak görülen bulguların kaydedilmesi için dudak ekartörü ile elde edilmiş frontal diş görüntüsü değil, frontal gülüş fotoğrafı gereklidir (bkz. Şekil 10.16B). Diş-dudak ilişkilerinin iyi belgelenmesi sayesinde ortodontist, daha sonra aparey yerleşiminde gerekli uyarlamaları yapabilir ya da ergen hastada maksillada diferansiyel büyüme veya diş sürme modifikasyonuna, erişkin hastada ise cerrahi düzeltmeye ihtiyaç olup olmadığına karar verebilir.

- Gülüş asimetrisi dudak animasyonundaki asimetri nedeniyle de oluşabilir. Gülüş sırasında üst dudağın diferansiyel elevasyonu, maksillada transversal kant varmış izlenimi yaratabilir. Bu özellik, gülüşün doğrudan klinik muayenesinin önemini vurgular; çünkü bu tür yumuşak doku animasyonu statik fotoğraflarda yetersiz biçimde belgelenirken dijital video kayıtlarında daha iyi belgelenir. Hasta animasyon sırasında ortaya çıkan asimetri konusunda kaygılıysa, bu durum önemli bir bilgilendirilmiş onam konusu hâline gelebilir; çünkü ne ortodontik diş hareketi ne de ortognatik cerrahi bu asimetriyi düzeltir.
- **Gülüşün oblik özellikleri:** Gülüşün oblik görünümü, frontal görünümde ve özellikle herhangi bir sefalometrik analizde elde edilemeyen özellikleri ortaya koyar. Premolardan premolara uzanan maksiller oklüzal düzlemin konturu, gülüş sırasında alt dudağın eğriliği ile konsonant olmalıdır (daha önce tartışılan gülüş yayı görünümü). Sapmalar arasında posterior maksillanın aşağıya doğru kanti, anterior maksillanın yukarıya doğru kanti ya da her ikisinin kombinasyonları yer alır. Şekil 10.17, anterior açık kapanışın kapatılması amacıyla maksiller cerrahiye hazırlanan bir hastayı göstermektedir. Posterior maksillanın ne ölçüde etkileneceğine ya da anterior maksillanın ne kadar aşağı indirileceğine karar verirken, istirahtta ve gülüşte keser görünümü ile gülüş yayı ilişkisi dikkate alınmalıdır; bu özelliklerin her ikisi de oblik görünümde iyi biçimde değerlendirilir.
- Keser proklinasyonunun miktarı da keser görünümü üzerinde belirgin etkilere sahip olabilir. Basitçe ifade etmek gerekirse, ileri eğimli



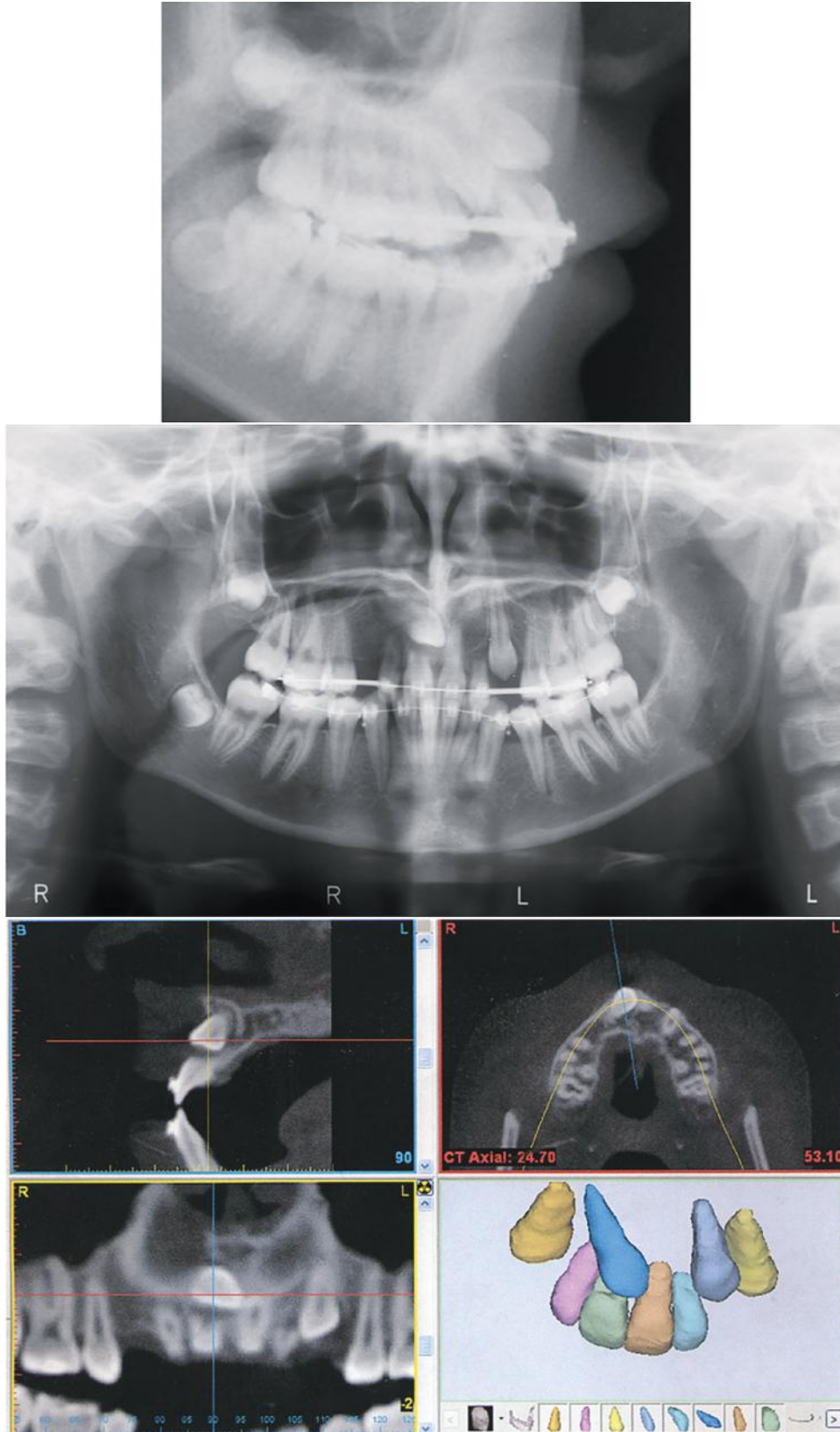
Şekil 10.17 Şiddetli açık kapanışın düzeltilmesi amacıyla ortognatik cerrahi hazırlığının son aşamalarındaki bu hastada olduğu gibi oblik gülüşün yakın plan görüntüsü, molarların (görünebildiği durumlarda), premolarların ve anterior dişlerin eğriliğinin gülüş sırasında alt dudakla olan ilişkisini değerlendirmeyi kolaylaştırır. Ayrıca palatal ve oklüzal düzlemlerdeki olası anteroposterior kanti daha ayrıntılı biçimde değerlendirilmesine olanak sağlar.

maksiller keserler keser görünümünü azaltma eğilimindeyken, dik konumlu maksiller keserler keser görünümünü artırma eğilimindedir. Şekil 10.18'deki hasta buna iyi bir örnektir. Bu hastada anterior açık kapanış, esas olarak maksiller ve mandibular keserlerin aşırı anterior proklinasyonundan kaynaklanmıştır. Gülüşün sagittal görünümü maksiller keserlerin ileri eğimlenmiş durumunu göstermekte ve bu durum frontal görünümde keser görünümünün azalmasına yol açmaktadır.

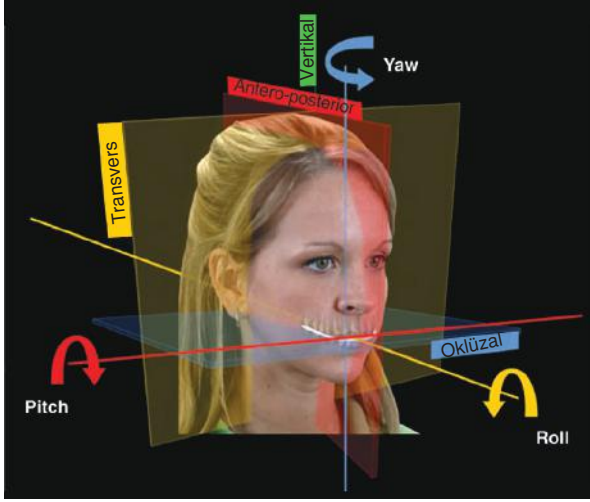
Ağız İçi Muayene

Sert ve yumuşak dokuların sağlığı. Yüz ve gülüş muayenesi tamamlandıktan sonra ağız içi sert ve yumuşak dokuların değerlendirilmesi yapılmalıdır. Bu değerlendirme hastanın genel ağız sağlığı hakkında hemen fikir verir. Ortodontistin çocuğun genel sağlığını geniş bir perspektiften değerlendirmesi gerektiği gibi, ağız sağlığını da mümkün olan en geniş bakış açısıyla değerlendirmesi gerekir. Çürük insidansı nedir? Çocuk evde bakım konusunda ne kadar özenlidir ve genel olarak ağız sağlığı durumu nasıldır? Bazı ortodontistler ortodontik tedaviye başlamadan önce çocuklar için plak kontrol programları başlatmaktadır. Üniversite kliniklerinde hastalar genellikle yeterli ev bakımı gösterebildiklerini kanıtlamadan tedaviye kabul edilmezler. Deneyimli ortodontist, bunun ortodontide başarı için kullanılan aparey kadar temel bir unsur olduğunu bilir.

Zayıf gingival sağlık, diş hareketini olumsuz etkiler ve daha ciddi periodontal problemlere ilerleyebilir. Ortodontik tedaviden kaynak-



Şekil 10.20 Üç boyutlu (3B) KIBT radyografik görüntüleme, gömülü kaninlerin değerlendirilmesinde panoramik radyografi ve periapikal lokalizasyon filmlerine değerli bir ek olabilir. Bu hastada, gömülü kaninin konumu ve santral keser kökünde meydana gelen belirgin rezorpsiyon panoramik görüntü ve lateral sefalogramdan açıkça görülebilmekle birlikte, 3B görüntüler, kaninin santral keser köküne daha fazla zarar vermeden (eğer diş korunacaksa) hangi yönde hareket ettirilmesi gerektiği ve keserin korunmasının mı yoksa çekilmesinin mi daha uygun olacağı konusunda önemli ek bilgiler sağlamaktadır. Bu tür zor vakalarda 3B görüntüleme artık endikedir.



Şekil 10.26 Yüz ve dentisyon, 6 serbestlik derecesi ile gösterilmiştir. Yüzün klasik anatomik düzlemleri koronal, sagittal ve transvers düzlemlerdir. Ackerman-Proffit sınıflandırmasında sagittal düzlem anteroposterior olarak adlandırılır, koronal düzlem vertikal olarak tanımlanır ve transvers düzlem oklüzal düzlem ile eşdeğerdir; bu düzlem dental arkların göreceli genişlikleri ve mevcut olabilecek çapraz kapanış ilişkileri için referans olarak kullanılır. Uzaydaki üç düzlemi temsil eden diskler döndürüldüğünde, oklüzal düzlemin pitch, roll ve yaw hareketlerini gösterirler. Vertikal disk döndürüldüğünde oklüzal düzleminde roll, sagittal disk döndürüldüğünde pitch ve transvers disk döndürüldüğünde yaw hareketi simüle edilir. (Proffit WR, Fields HW, and Sarver DM. *Contemporary Orthodontics*. St. Louis: Elsevier/Mosby; 2013, p. 209'dan alınmıştır.)

mayan, yalnızca keser çapraşıklık/hizalanma kusuru olan bir hastada ise tek bir tanımlayıcı yeterlidir: hizalanma kusurunun yeri ve şiddeti. Eğer hastada yüz görünümü ve/veya oklüzal uyumsuzluklarla ilgili problemler varsa, bu tanımlayıcılar eklenir. Veri tabanının düzenlenmesindeki adımlar sırasıyla şunlardır:

1. Adım: Dentofasiyal görünümün değerlendirilmesi. Bu adım, anterior diş görünümünün, profil görünümünde yüzün göreceli konveksite ve konkavitesinin ve diverjansının ve yüzün vertikal oranlarının değerlendirilmesini içerir. Daha önce tartışıldığı gibi, yüzler profil görünümünde göreceli konveksite ve diverjanslarına göre sınıflandırılabilir (Şekil 10.28). Anterior görünümde ise yüzün vertikal özellikleri, yüz genişliği ile yüksekliği arasındaki oranla ifade edilebilir. Bu değerlendirmede hastalar kısa ve geniş (brakifasiyal) ile uzun ve dar (dolikofasiyal) arasında bir spektrum üzerinde yer alır. Ortalama yüz oranları daha çok oval şekildedir ve bu yüzler mezofasiyal olarak adlandırılır. Dolikofasiyal bireylerde sıklıkla anterior açık kapanışa ait dental ve iskeletsel ilişkiler görülürken, brakifasiyal bireylerde sıklıkla dental ve/veya iskeletsel anterior derin kapanış ilişkileri görülür. Çoğu durumda klinisyen yüzleri vertikal açıdan basitçe kısa, ortalama veya uzun olarak sınıflandırır (Şekil 10.29). Anterior diş görünümünü açısından, bir gülüş, dişlerin ve gingivanın dudakların tarafından tanımlanan gülüş bölgesi içine ne kadar iyi uyduğuna göre değerlendirilir. Oklüzal düzlemin lateral ve sagittal kanti ile estetik oklüzyon hattı ve maksilla ile mandibulanın gerçek vertikal eksen etrafındaki rotasyonu pitch, roll ve yaw terimleri kullanılarak tanımlanır. Bu özellikler anterior diş görünümünü değerlendirilirken analiz edilebilir. Diş görünümü, gülüş estetiği ve yüz formunun uzayın tüm düzlemlerindeki değerlendirilmesi hakkında daha ayrıntılı bilgi için okuyucu *Dentofacial Esthetics: From Macro to Micro* kitabının 3., 5. ve 6. bölümlerine yönlendirilir.²

2. Adım: Dental hizalanma ve intraark simetrisinin analizi. Bu grupta anahtar kelime hizalanmadır; olası durumlar arasında ideal, çapraşık (ark uzunluğu yetersizliği), aralıklı ve diş kayıplı dentisyon yer

alır. Hangi dişlerin mevcut ya da eksik olduğunu belirlemek için dişlerin sayılması açıkça önemlidir.

Maksiller ve mandibular dental orta hatlar örtüşmüyorsa, yüzün orta hattına bakılarak hatanın maksiller mi, mandibular mı yoksa her ikisinden mi kaynaklandığı belirlenmelidir; ayrıca sapmanın intraark hizalanma probleminden mi yoksa maksilla veya mandibulanın hayali bir vertikal eksen etrafında hafifçe dönmesi (yaw problemi) sonucu mu ortaya çıktığı değerlendirilmelidir.

3. Adım: Lateral boyutlar (Transvers Düzlem). Posterior dişlerin fasiyolingual ilişkileri kaydedilir ve posterior çapraz kapanış olup olmadığı belirlenir. Ayrıca ideal oranlardan ve oklüzyondan sapmanın esas olarak dentoalveolar mı, iskeletsel mi yoksa her ikisinin kombinasyonu mu olduğu hakkında bir değerlendirme yapılır. Çoğu hastada her iki bileşen de bulunur; ancak biri genellikle baskındır. Eğer bilateral palatal çapraz kapanış dar bir palatal kubbenin sonucuysa, bu durum iskeletsel problem olarak adlandırılır; palatal genişlik normal olduğu hâlde yalnızca maksiller dental arkta daralma varsa bu dentoalveolar problem olarak değerlendirilir. Dar maksillaya yönelik dental kompensasyon olarak dişlerin fasiyale doğru eğildiği durumlar sıklıkla gözlenir.

Genel kural olarak “maksiller” veya “mandibular” terimleri problemi yerini belirtmek için kullanılır. *Maksiller palatal çapraz kapanış* dar bir maksiller arkı ifade ederken, aynı dental ilişkiyi tanımlayan mandibular bukkal çapraz kapanış, nedeni mandibular genişlik fazlalığı olarak gösterir.

Oklüzal düzlemin lateral kanti (roll), hem interkomissür hattı hem de interpupiller hat ile ilişkili olarak değerlendirilir (Şekil 10.30).

Adım: Anteroposterior boyutlar (Sagittal Düzlem). Bu boyutta Angle sınıflandırması yararlıdır; ancak amaç overjet veya ters overjetin iskeletsel, dentoalveolar ya da her ikisinden kaynaklanan sapmalara bağlı olup olmadığını değerlendirmektir. Sınıf II veya Sınıf III hastalarda hangi çenenin etkilendiğini ve iskeletsel ile dentoalveolar problemlerin ayırt edilmesini belirlemek önemlidir.

Terminolojinin doğru anlaşılması önemlidir. Örneğin bir Sınıf II hastada Sınıf II maloklüzyon vardır; iskeletsel Sınıf II büyük ölçüde mandibular yetersizlikten kaynaklanabilir (bu açıkça belirtilmelidir), ancak dentoalveolar bir bileşen de içerebilir (bu da belirtilmelidir); dental Sınıf II ise büyük ölçüde mandibular dişlerin mandibula üzerinde öne yer değiştirmesi ve/veya maksiller dişlerin maksilla üzerinde distale yer değiştirmesi sonucu oluşur. Sınıf III de benzer şekilde tanımlanır.

Oklüzal düzlemin sagittal kantının (pitch) değerlendirilmesi de önemlidir. Ancak bu değerlendirme, sefalogram doğal baş pozisyonunda (NHP) alınmadıysa sorunlu olabilir.

5. Adım: Vertikal boyutlar (Vertikal Düzlem). Kapanış derinliği vertikal ilişkileri tanımlamak için kullanılır. Yine problemin iskeletsel mi, dentoalveolar mı yoksa kombinasyon mu olduğu belirlenmeli ve vertikal ile anteroposterior ilişkilerin etkileşimi göz önünde bulundurulmalıdır.

Frankfort düzlemine göre 35 derece veya daha fazla olan dik mandibular düzlem açısı açık kapanış eğilimini gösterir; bu durum keserlerin aşırı sürmesi şeklindeki dental kompensasyonla etkilenebilir ya da hatta önlenir. Gonial açının hemen önünde mandibulanın alt sınırındaki çöküntü (antegonial çentik), kondilde vertikal büyüme yetersizliğini ve kas tutunma bölgesinde kemik eklenmesi ile bir derece kompensasyonu gösterir (Şekil 10.31). Posterior yönde aşağı doğru eğimli palatal düzlem de açık kapanış eğiliminin göstergesidir; çünkü bu durum sıklıkla mandibulanın aşağı ve geriye doğru rotasyonuna yol açar.

Benzer şekilde, görece düz bir mandibular düzlem derin kapanış eğilimini temsil eder; bu durum keser sürmesindeki yetersizliğin kompensasyon sağlamasına ya da aşırı sürmenin derin kapanışı artırmasına bağlı olarak değişir.



Şekil 10.32 Bu sınırdaki (borderline) çekim vakasında çekimsiz tedavi deneme kararı, hastanın zaten hoş yüz dengesi ve çekici gülüşü ile ilişkilidir. Tedavi süreci sırasında hasta ve ebeveynleri, diş hareketine bağlı olarak dentofasiyal görünümde olumsuz değişiklikler olduğunu düşündükleri için kaygı duymuştur. Ortodontist ise dişlerin "bazal kemik dışına" taşınmış olabileceği ve muhtemelen yumuşak doku adaptasyon sınırlarının ötesine geçilmiş olabileceği nedeniyle stabilitenin azalabileceği konusunda endişelenmiştir. Hasta, ebeveyn ve ortodontist birlikte dört birinci premoların çekilmesine karar vermiştir.

yonun nasıl görüneceğini her zaman tahmin etmek mümkün değildir. Bu nedenle, çekim açısından sınırdaki vakalarda, çekim kararını vermeden önce hastanın başlangıç hizalanmasına verdiği yanıtı değerlendirmek akılcıca olacaktır (Şekil 10.32). Bu tür bir başlangıç kararı elbette hasta-ebeveyn görüşmesinde tartışılmalıdır. Bu yaklaşım, ortodontistin üzerindeki baskıyı azaltmanın bir yoludur çekim gereksinimi konusundaki tüm kuşkuları ortadan kaldırır ve nihai karar çekim olsa bile hem erişkin hastalar hem de ebeveynler genellikle bu yaklaşımı takdir eder. Esasen, daha öngörülebilir bir sonuç karşılığında makul ölçüde daha uzun bir tedavi süresi kabul edilir.

Ortodontide çekim konusunda zaman zaman uç görüşler benimsenmiştir. 20. yüzyılın başlarında Angle'in etkisiyle hiçbir vakada çekim yapılmaması gerektiği düşünülürken; yüzyılın ortalarında neredeyse tüm düzensizlikler çekimli vakalar hâline gelmiş; 21. yüzyılın başına gelindiğinde ise çekim oranları yaklaşık 100 yıl önceki seviyelere geri dönmüştür.⁴⁹ 2000–2012 dönemini kapsayan yakın tarihli bir çalışma, bir üniversite kliniğinde çekim oranlarının artık dengeye ulaştığını ve kararların bir grup öğretim üyesi ortodontist tarafından bireysel olarak verilmesi nedeniyle önceki dönemlere kıyasla çekim oranlarında daha az değişiklik olduğunu göstermiştir.⁵⁰ Günümüzde birçok hastanın anterior dişlerin retraksiyon veya proklinasyon miktarı kontrol edilerek çekimle ya da genişletme ile tatmin edici biçimde tedavi edilebileceği açıktır.

Terapötik Değiştirilebilirlik

İkinci önemli husus terapötik değiştirilebilirliktir; bu en iyi, tedavi problemleri ve tedavi prosedürleri açısından yarar ile maliyet/risk oranı bağlamında değerlendirilir. Bazı problemler, hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın diğerlerine göre daha zor ve daha maliyetlidir. Örneğin şiddetli anterior açık kapanış, büyüme döneminde düzeltilmesi çok güç bir durumdur; buna karşılık şiddetli derin kapanışın modifikasyonu daha kolaydır. Benzer şekilde bazı tedavi prosedürleri, hangi problem için uygulanırsa uygulansın daha zor ve daha maliyetlidir. Bunun iyi bir örneği, tekli kemik vidalarının kemik plaklarına göre daha kolay ve daha az maliyetli olmasıdır; çünkü ortodontist kemik vidalarını yerleştirebilirken, kemik plakları için gerekli olduğu üzere flep kaldırmak istemez.

Terapötik değiştirilebilirlik değerlendirilirken verilen karar, daha zor ve daha maliyetli seçeneğin sağlayacağı ek yararın bunu seçmeyi haklı çıkaracak düzeyde olup olmadığıdır. Örneğin anterior açık kapanış tedavisine başlamakta temkinli davranırken, derin kapanış tedavisine daha erken yaşta başlamayı tercih edebilirsiniz; daha hafif anterior açık kapanışlarda ortognatik cerrahi yerine kemik plaklarını seçebilirsiniz, ancak daha şiddetli vakalarda cerrahinin sağlayacağı daha büyük yararı kabul edebilirsiniz.

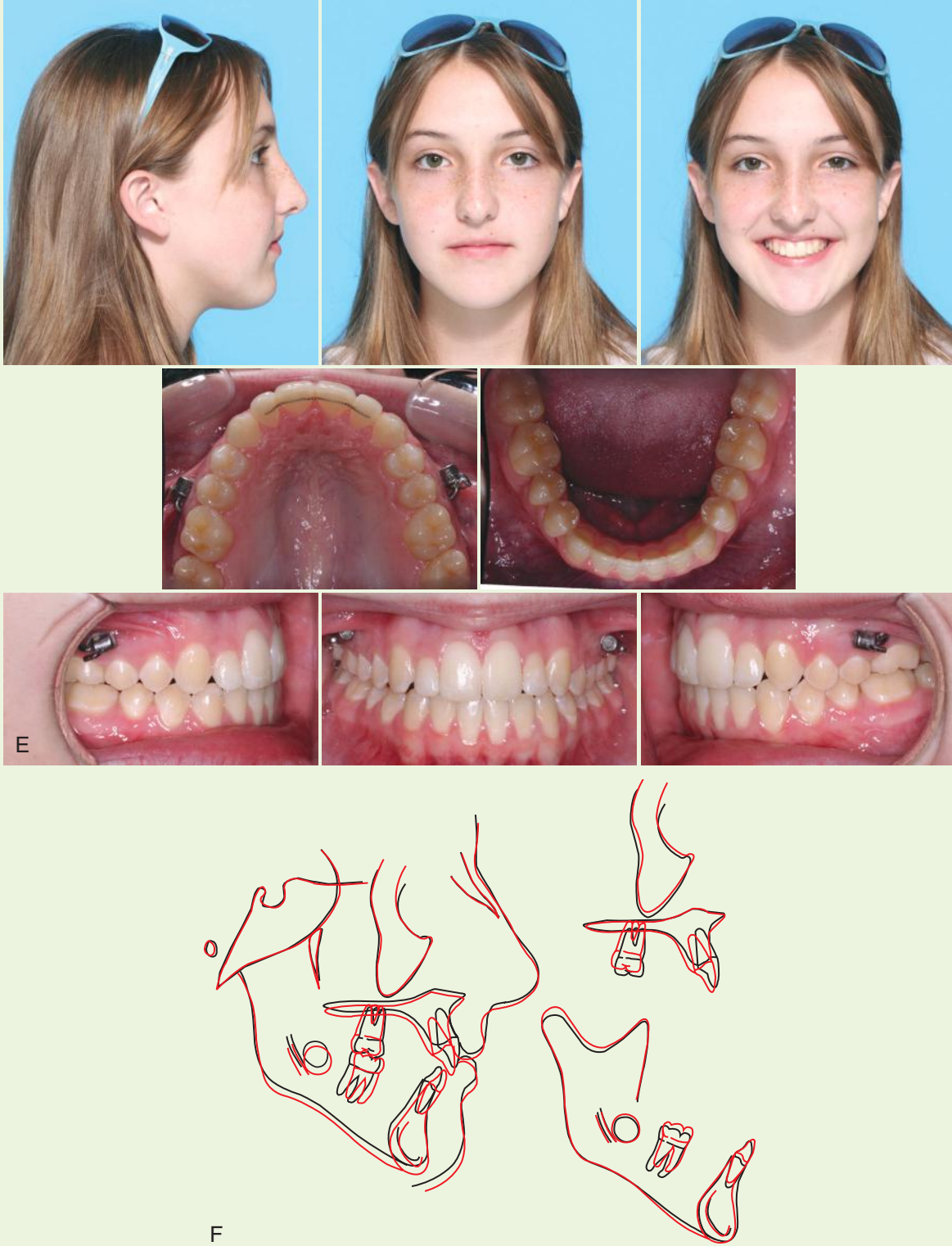
Problemlere yönelik olası çözümler arasındaki etkileşim. Bir diğer önemli husus, problemler ve bunlara yönelik potansiyel çözümler arasındaki etkileşimdir; çünkü tüm faktörler sonunda bütüncül bir tedavi planında entegre edilmelidir. Bir probleme yönelik çözümün başka bir

VAKA ÇALIŞMASI 10.1—devamı

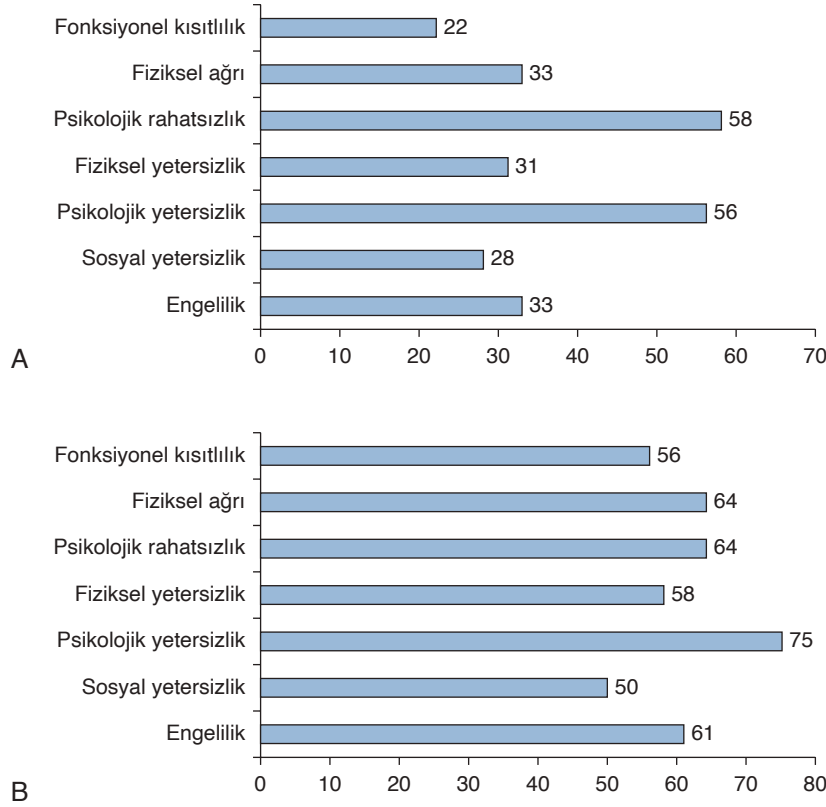


Şekil 10.33 A, Hasta A.B.'nin tedavi öncesi fotoğrafları. B, Hasta A.B.'nin tedavi öncesi konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüleri.

CASE STUDY 10.2—cont'd



Şekil 10.34, devamı E, Hasta A.D.'nin tedavi sonrası fotoğrafları. F, Hasta A.D.'nin sefalometrik çakıştırmaları.



Şekil 11.2 A, 6. haftada OHIP-14 puanında azalma gösteren deneklerin yüzdesi. B, 6. ayda OHIP-14 puanında azalma gösteren deneklerin yüzdesi. (Lee S, McGrath C, Samman N. Impact of Orthognathic Surgery on Quality of Life, *J Oral Maxillofac Surg*.2008;66(6):1194–1199'den alınmıştır.)

sel analog ölçeklerini tamamlamışlardır. Tüm hastalar sonuçlarından memnun kalmış; en belirgin iyileşmeler çiğneme ve yüz görünümünde görülmüştür. İlginç bir şekilde, ameliyat sonrası 6 hafta boyunca intermaksiller fiksasyon uygulanmış olmasına rağmen, çoğu hasta tedavinin en zorlayıcı kısmı olarak ortodontik tedaviyi hatırlamıştır.

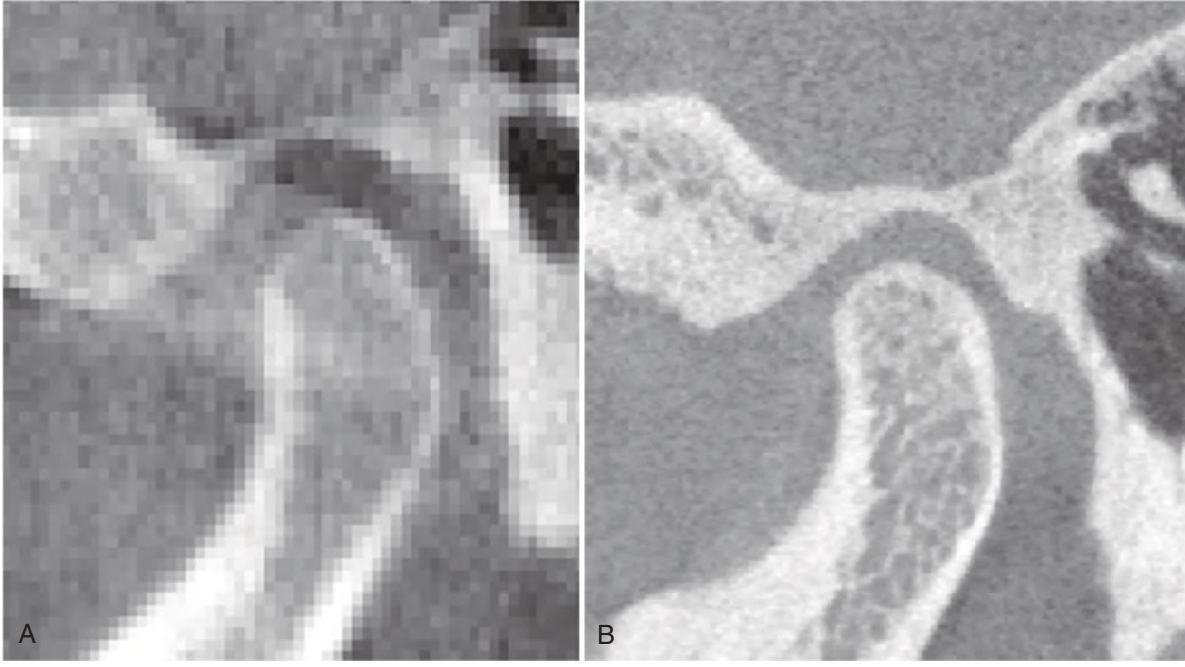
Lazaridou-Terzoudi ve ark.⁶³ da uzun dönem yararları incelemiş; 11–14 yıl önce ortognatik cerrahi geçirmiş 117 hastayı fonksiyon, sosyalleşme, yeme, uyuma ve benlik algısı ile yaşam kalitesinin diğer yönlerine ilişkin sorunları değerlendirmek amacıyla anketlemiştir. Sonuçlar iki kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır: biri ortodontik tedavi bekleyen hastalar, diğeri benzer yaşta olup tedavi arayışında olmayan erişkinlerdir. Preoperatif dönemden erken postoperatif döneme ve oradan günümüze kadar fonksiyon, sağlık, kişiler arası ilişkiler ve görünüm alt ölçeklerinin tümünde doğrusal bir iyileşme saptanmıştır. Her iki kontrol grubuna kıyasla ortognatik cerrahi grubu, dört alandaki mevcut işlevselliğinin daha yüksek olduğunu bildirmiştir; ancak ameliyat öncesi işlevsellik düzeyleri, tedavi aramayan kontrol grubundan tüm alanlarda daha düşük ve görünüm ile kişiler arası ilişkiler motivasyonuna sahip tedavi bekleyen hastalardan da daha düşüktür (Şekil 11.3). Yazarlar ayrıca hastaların beden imajını, fiziksel görünümünün farklı yönlerine ilişkin duygularını derecelendirerek değerlendirmiştir. Önceki alt ölçeklerde bildirilen işlevsel yaşam kalitesi iyileşmesine karşın, ortognatik hastaların genel yüz beden imajı her iki kontrol grubuna göre daha düşük; ancak toplam beden imajı değerlendirmeleri benzerdir. Yaşın uzun dönem sonuçlar üzerindeki etkisi incelendiğinde, ergenlik döneminde cerrahi geçirmiş en genç hastaların genel sonuçtan memnun olma olasılığının anlamlı derecede daha düşük olduğu ve mevcut görünümünden en az memnun grup olduğu bulunmuştur. Bu bulgu, Cunningham ve ark.'nın otuzlu yaşlardaki hastaların cerrahi sonrası görünümünden daha memnun olduklarını

bildiren raporuyla uyumludur.⁶⁴ Özetle yazarlar, ortognatik cerrahi ile sağlanan görünüm iyileşmesinin psikososyal uyumda iyileşme ile ilişkili olduğu ve bu tür engelleri ele almak için hastalara uygun tedavinin sunulması gerektiği sonucuna varmıştır.

Soh ve Narayanan, ortognatik hastaların motivasyonlarını, algılarını veya ameliyat sonrası yaşam kalitesindeki değişimleri değerlendirilen 21 çalışmanın sistematik derlemesini yapmış ve yaşam kalitesini değerlendirme yöntemlerini nesnel olarak incelemiştir.⁶⁵ Bulguları burada tartışılan çalışmaların genel bir özetini sunmaktadır:

- Ortognatik cerrahi yaşam kalitesinde iyileşmeye yol açmaktadır. En büyük iyileşmeler sosyal/duygusal ve psikolojik alanlarda görülmektedir.
- Geçerliliği kanıtlanmış yaşam kalitesi anketlerinin kullanımı, cerrahinin hastalar üzerindeki etkisinin ayrıntılı değerlendirilmesini önemli ölçüde geliştirmiştir.
- Ortognatik cerrahi için başlıca motivasyonlar estetik kaygılar ve oklüzyondur.
- Hastalar cerrahi sonucundan memnun olmadıklarında, şikâyetlerin çoğu aylar sürebilen kısa dönem cerrahi sekellerine bağlıdır. Bununla birlikte bazı hastaların gerçekçi olmayan beklentileri vardır ve bu beklentiler ameliyat öncesinde saptanarak sonuçtan duyulabilecek memnuniyetsizliğin önüne geçilmeye çalışılmalıdır.

Sonuç olarak, hastanın tedavi motivasyonunu ve beklentilerini anlamak için yeterli zaman ayrılmalıdır. Yaşam kalitesi anketleri ve diğer ölçüm araçları bilgi toplamada yararlı olabilir. Tüm hastalara en iyi sonucu ve en yüksek memnuniyeti sağlamak için hem görüşmeler sırasında hem de yazılı olarak ayrıntılı bilgi verilmelidir.



Şekil 12.2 Farklı konik ışınli bilgisayarlı tomografi cihazlarında elde edilmiş iki taramanın kesitsel görüntüleri. A, NewTom3D, geniş görüş alanı. B, 3B Accuitomo 170, küçük görüş alanı.

olduğundan, cinsiyete bağlı farklılıklar maksillofasiyal görüntülemeye doz ve risk tahminini etkilemez.

Teknik Faktörler

Dedektör teknolojisi ve görüş alanı (FOV). Görüntü verilerinin elde edilmesinde iki tip dedektör teknolojisi kullanılır. Görüntü güçlendiriciler yuvarlak bir dedektör kullanır ve küresel bir görüş alanı (FOV) üretir. Kare veya dikdörtgen düz panel dedektörler birçok KIBT cihazında yer almaktadır ve silindirik bir FOV oluşturur. Genel olarak silindirik alan, özellikle alanın üst sınırı temporomandibular eklem (TME) bölgelerini içerdiğinde, maksillofasiyal kompleks anatomisini yakalamada daha verimlidir. Her iki TME'yi ve çene anatomisini kapsayan silindirik hacim çapı, aynı anatomiyi kapsamak için yaklaşık %25 daha büyük bir küresel hacim çapı gerektirir.

mAs. X-ışını tüp akımı (mA) ve maruziyet süresi (s), diğer faktörler sabit tutulduğunda doz ile doğru orantılıdır. Bazı KIBT cihazları tarama sırasında sürekli radyasyon çıkışı üretir ve tarama süresi ile maruziyet süresi eşittir. Çoğu dedektör, görüntü dedektörünün tek tek reseptör piksellerinde soğurulan X-ışını enerjisini entegre edip bu sinyali bilgisayara aktardığı süre boyunca X-ışını maruziyetini kaydedemez. Bu gereksiz hasta maruziyetini ortadan kaldırmak için birçok KIBT cihazı, görüntü elde etme süreci sırasında X-ışını yayımının aralıklı olarak kapatıldığı darbeli (pulsed) bir X-ışını kaynağı kullanır.

kVp ve ışın filtrasyonu. X-ışını demetinin filtrasyonunun artırılması, görüntü oluşumuna katkı sağlamadan hasta dozuna katkıda bulunma olasılığı yüksek olan düşük enerjili fotonlara maruziyeti azaltır.¹³ Artırılmış kVp ile birlikte 0,4 mm ek bakır filtrasyon kullanımının bir cihazda hasta dozunu ortalama %43 azalttığı gösterilmiştir.¹⁴

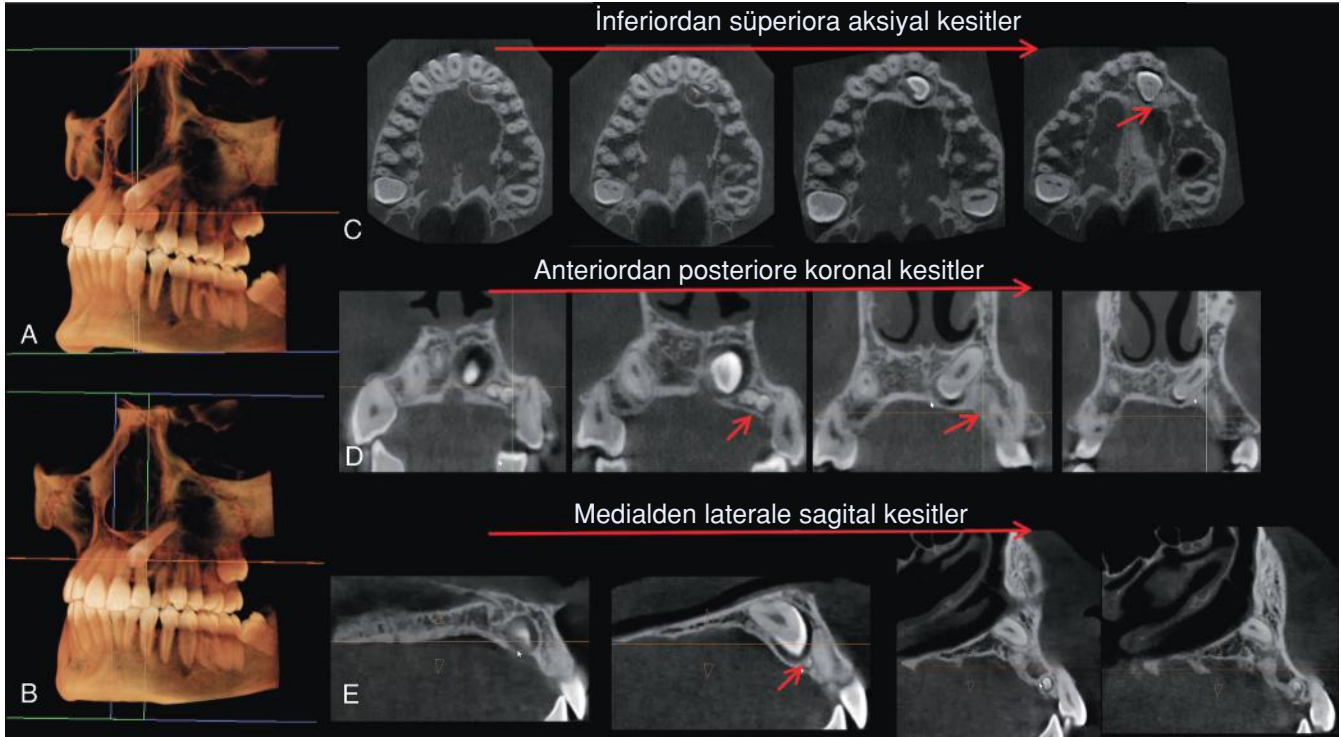
Çözünürlük. Daha küçük vöksel boyutları ile daha yüksek çözünürlüklü görüntüler oluşturmak ve yeterli sinyal-gürültü oranını korumak için maruziyetin artırılması gerekir. Bazı KIBT cihazlarında bu seçim operatörün kontrolündedir; ancak bazı durumlarda cihaz, farklı çözünürlükler için kullanılabilecek maruziyet faktörlerini belirler.

ORTODONTİDE KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİNİN KULLANIMINA İLİŞKİN KLİNİK ENDİKASYONLAR

KIBT 3B tanısal görüntülerinin elde edilme endikasyonları; diş köklerinin konumunun, sürmemiş dişlerin maksiller ve mandibular bazal kemik içindeki intraosseöz ilişkilerinin, solunum problemlerinin, karmaşık iskeletsel uyumsuzlukların ve kraniyofasiyal durumların değerlendirilmesine yönelik klinik gereksinimlere göre belirlenir. Radyasyondan korunma açısından KIBT, yalnızca konvansiyonel 2B X-ışını görüntülerinin daha düşük doz sağladığı; dijital dental modeller ve fotoğrafların ise kapsamlı tanı için gerekli bilgiyi sunmadığı durumlarda tercih edilmelidir. Ortodonti ve ortognatik cerrahide 3B KIBT görüntüleme aşağıdaki karmaşık durumlar için önemli tanısal avantajlar sağlar.¹⁵

Diş Morfolojisi ve Alveolar Kemik İçindeki Göreli Konumu

Alveolar kemiğin bukkal ve lingual plaklarının, kemik kaybı veya oluşumunun, kemik derinliği ve yüksekliğinin, diş gelişimi ve morfolojisinin (Şekil 12.3), sürme yolu ve konumunun (Şekil 12.4), diş örten kemik miktarının ve komşu dişlere yakınlığın veya rezorpsiyonun (Şekil 12.5) değerlendirilmesi için arkin bir kadrantını veya hem üst hem alt arkı içeren küçük veya orta FOV'lu yüksek çözünürlüklü görüntüler gereklidir. Ayrıntılı değerlendirmelerde, uzayın üç düzleminde çok düzlemli görüntüler ile saydamlık içerebilen veya içermeyen 3B render edilmiş görüntülerin birlikte kullanılması çok önemlidir; çünkü izole edilmiş tek bir görüntü yanlış tanıya yol açabilir (Şekil 12.6). KIBT bulguları, tedavi planlamasında değişikliklere (örneğin çekimden kaçınma, hangi dişin çekileceğine karar verme, dilasere köklerin değerlendirilmesi, kemik plaklarının veya miniscrew'lerin yerleştirilmesi), tedavi süresinin kısıtlanmasına ve ortodonti - cerrahi planlamasında kök rezorpsiyonunun ek kontrolünü sağlayabilir.¹⁶⁻²⁴ Geçici ankraj cihazları (TAD'lar) yerleştirilmeden önce, optimal konumu belirlemek ve köklere zarar



Şekil 12.6 A ve B, Üç boyutlu render edilmiş görüntülerin değerlendirilmesi 15 yaşındaki bir hastada kanin impaksiyonunu gösterebilir; ancak gömülü daimi maksiller sol kanin ile süt kanin arasındaki odontoma düşünülen lezyonun ve diş gelişiminin derecesinin belirlenmesi için uzayın üç düzlemindeki kesitsel görüntülerin ayrıntılı olarak değerlendirilmesi gereklidir (C–E).

vermemek amacıyla KIBT klinik bir araç olarak kullanılmaktadır.²⁵ KIBT verilerine dayalı cerrahi kılavuzların kullanımı da önerilmiştir.²⁶

Temporomandibular Eklem Sağlığı ve Hastalığı

Her iki eklem ayrı ayrı sağ ve sol çekimleriyle elde edilen küçük veya orta FOV'lu yüksek çözünürlüklü görüntüler, TME değerlendirmeleri için en iyi kalitede görüntüleri sağlar (Şekil 12.7). TME osteoartriti-nin (OA) klinik ve patolojik görünüm yelpazesi; disk deplasmanı ve dejenerasyonla birlikte eklem yapısı ve fonksiyonel yetersizliğinden (en iyi manyetik rezonans görüntüleme [MRG] ile tanınır) subkondral kemik değişiklikleri ve skleroza (en iyi KIBT veya BT'nin çok düzlemli kesitsel görüntülerinde tanınır), kemik erozyonları veya aşırı kemik oluşumuna (osteofitler; en iyi KIBT veya BT'den oluşturulan katı 3B yüzey modellerinin çok düzlemli kesitsel görüntülerle birlikte değerlendirilmesiyle tanınır) ve artiküler fibrokartilaj kaybı ile sinovite (en iyi MRG ile tanınır) kadar uzanır. TME'nin kemik değişikliklerini saptamada panoramik radyografi ve MRG yalnızca zayıf ila orta düzeyde duyarlılığa sahiptir.²⁷ Bu nedenle KIBT son yıllarda TME kemik değişikliklerinin incelenmesinde tercih edilen görüntüleme yöntemi hâline gelmiştir.²⁸⁻³⁰ Temporomandibular Bozukluklar için Araştırma Tanı Kriterleri (RDC/TMD)³¹ 2009 yılında çeşitli görüntüleme yöntemleri için görüntü analiz kriterlerini içerecek şekilde revize edilmiştir.²⁷ RDC/TMD doğrulama projesi³²⁻³⁴, görüntülemeye başvurmaksızın yalnızca revize edilmiş klinik kriterlerin geçerli bir TMD tanısı için yetersiz olduğunu ve daha önce TME'deki kemik değişikliklerinin prevalansını olduğundan düşük tahmin ettiğini göstermiştir. TME patolojileri, eklem kemik bileşenlerinin boyut, şekil, kalite ve uzaysal ilişkilerinde değişikliklere yol açarak üç düzlemde iskeletsel ve dental uyumsuzluklara neden olur.^{35,36} Etkilenen kondillerde bozulmuş büyüme ve/veya kemik yeniden şekillenmesi, rezorpsiyon ve apozisyon ilerleyici oklüzal değişikliklere yol açabilir; bu değişikliklere maksil-

lada, mandibulanın "etkilenmemiş" tarafında, diş pozisyonunda, oklüzonda ve artiküler fossada kompensasyonlar ve öngörülemeden ortodontik sonuçlar eşlik edebilir (Şekil 12.8).

3B görüntüleme ile biyolojik ve klinik belirtiçileri entegre eden güncel yapay zekâ yaklaşımlarının sağladığı TME sağlığı ve hastalığına ilişkin dikkat çekici bulgular^{37,38}, TME'nin didaktik olarak dejeneratif ve proliferatif patolojiler olarak ikiye ayrılabilir çok çeşitli patolojilere yatkın olduğunu göstermiştir. Bu patolojiler diğer kraniyofasiyal yapıları dramatik biçimde etkileyebilir ve kolaylıkla tanınabilir; ya da ilerlemesi hafif ve sınırlı olduğunda, klinik olarak önemli olsa bile, uzmanlar için bile tanısı güç olabilir. Her durumda kondil değişikliklerinin longitudinal olarak kantitatif değerlendirilmesi, en uygun ve yararlı tedavinin belirlenmesi yoluyla klinik karar verme sürecini iyileştirme potansiyeline sahiptir.

TME, vücudumuzdaki diğer eklemlerden farklı bir yapıya sahiptir. TME dışında erişkin eklem kemik yüzeyleri hiyalin kıkırdaktan oluşur. TME'de artiküler kemik yüzeyleri, fonksiyon nedeniyle morfolojik adaptasyon kapasitesi son derece yüksek olan ince bir fibrokartilaj tabakası ile kaplıdır. Fonksiyonel fizyolojik uyarının TME üzerindeki olumlu biyokimyasal etkileri ile dejeneratif değişikliklere yol açan eklem aşırı yüklenmesi arasındaki eşik günümüzde bilinmemektedir.^{39,40} Bu eşik; eklem yük vektörleri ve bunların büyüklüğü⁴¹ ile hastanın kalıtsal veya edinilmiş (genetik ve çoğunlukla epigenetik) faktörleri, hormonal ve otoimmün dengesizlikler dâhil olmak üzere çok sayıda faktörden etkilenir. Kesitsel tanısal değerlendirmede patolojik durumları saptamak için kullanılan mevcut yöntemler (kemik sintigrafisi ve pozitron emisyon tomografisi [PET]) yüksek duyarlılığa sahiptir; ancak temel değerlendirmeler için standart normal değerler bulunmadığından yeterli özgüllüğe sahip değildir. KIBT kullanılarak yapılan longitudinal 3B kantitatif analiz, PET-BT ve kemik sintigrafisine kıyasla nispeten düşük maliyetli/ düşük radyasyonlu bir teknoloji sunar ve ek bir biyobelirteç veya risk

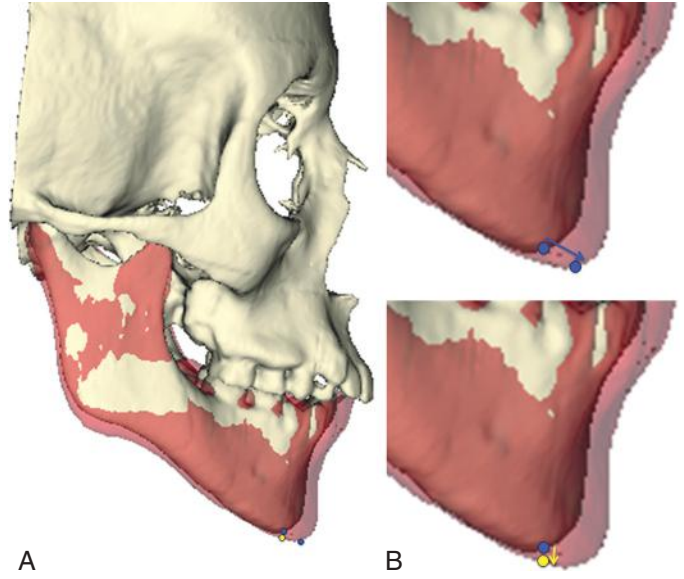
Kantitatif Ölçümler

3B görüntüleme, yalnızca görsel değerlendirmelerin ötesine geçerek tanı, tedavi planlaması ve kısa ve uzun dönem tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi için geliştirilmiş kantitatif yöntemler sunduğu takdirde klinik sorulara yönelik anlayışımızı ilerletebilir. Yüz değişiklikleri; taramaların kesitsel görüntülerinde veya 3B yüzey modellerinde iki ya da daha fazla zaman noktasında yapılan ölçümlerle ya da kafa kaidesi gibi stabil bir referans yapıya göre kaydedilmiş (büyüme çağındaki⁶¹ ve erişkin⁶² hastalarda tedavi sonrası değişiklikleri değerlendirmek için doğrulanmış voksel tabanlı bir yöntem) taramalar veya yüzey modelleri arasında karşılaştırmalarla kantifiye edilebilir. Landmarklara dayalı doğrusal ve açısal ölçümler kemik yeniden şekillenmesini maskeleyebilir; örneğin zaman noktaları arasındaki çıkarma işlemi büyümenin temsili olarak kullanıldığında, rotasyonların analizi, şeklin boyuttan ayrı değerlendirilmesi ve açılar için landmarkların tepe noktası olarak kaydedilmesi gibi konularda karışıklığa yol açabilir.⁶³ Moyers ve Bookstein'in⁶³ öncü çalışmalarından bu yana, yarı-landmarklar⁶⁴, landmarklar arası mesafe matrisleri (EDMA)⁶⁵, eğrisel mesafeler veya tensör tabanlı morfometri⁶⁶ gibi ileri morfometrik (yani morfoloji/şekli ölçen) yöntemler önerilmiştir. Ancak bu yöntemler klinisyenler tarafından kolaylıkla yorumlanamayan karmaşık matematiksel bilgiler içerir. Maksilla ve mandibuladaki dental ve iskeletsel yer değiştirmelerin ve kemik yeniden şekillenmesinin güncel kantifikasyon yöntemleri aşağıdaki bölümlerde ele alınmaktadır.

Hacim. Hacim değişiklikleri⁶⁷ şekil değişikliklerini yeterince yansıtmaz; belirli bölgelerdeki yapısal değişiklikler hacim ölçümlerinde yeterince temsil edilmez. Hacim değerlendirmesi proliferatif veya rezorptif değişikliklerin yerini ve yönünü göstermez; bu bilgiler klinik sonuçların değerlendirilmesinde açısından önemlidir.

Üç boyutlu doğrusal yüzey mesafeleri (üçgen meshler üzerinde). Bu ölçümler gözlemci tarafından tanımlanan landmarklara dayanır.⁶⁸ Karmaşık kıvrımlı yapılarda 3B landmarkların yerinin belirlenmesi, kraniyofasiyal form bileşenlerinin temsili açısından kolay bir işlem değildir.⁶⁹ Moyers ve Bookstein'in⁶³ belirttiği gibi, uzayın üç düzleminde (koronal, sagittal ve aksiyal) landmarkların operasyonel tanımlarına ilişkin literatür eksikliği, landmark yerleşiminde hatalara ve değişkenliğe yol açmaktadır. Gunz ve ark.⁶⁴ ile Andresen ve ark.⁷⁰, konumu tanımlayan vektörler ve teğet düzlemlerle birlikte yarı-landmark kullanımını önermiştir; ancak tüm eğrilerden ve yüzeylerden elde edilen bilginin de dâhil edilmesi gerekmektedir. Subsol ve ark.⁷¹ ile Andresen ve ark.⁷⁰ çalışmaları, geometriyi tanımlamak için on binlerce 3B noktaya referans vererek 3B eğri ve yüzey çalışmalarında önemli ilerlemeler sağlamıştır. Klinik değerlendirmeler için hâlen iki temel zorluk vardır: (1) 3B landmarklardan türetilen ölçümlerin sınırlılıklarının farkında olmak ve (2) maksillo-mandibular büyümenin ve tedavi yanıtının farklı bileşenlerini tanımlayan ve "temsil eden" anatomik landmark konumlarının doğru seçimi. 3B doğrusal mesafeler karmaşık morfolojik değişimlerin basitleştirilmiş bir temsili olsa da, zaman noktaları arasındaki farklılıklarla ilişkili mekânsal değişimlerin klinik olarak anlamlı değerlendirilmesini sağlar.

En yakın nokta (Closest Point) ölçümleri. Bu ölçümler, yüzey modellerinde otomatik olarak tanımlanan üçgen meshlerdeki binlerce noktaya dayanır. Gerig ve ark.⁷² tarafından önerildiği gibi yüzeyler arasındaki en yakın nokta ölçümleri, renk kodlu haritalar şeklinde değişimleri gösterebilir. Ancak en yakın nokta yöntemi, yüzeyler arasındaki en kısa 3B doğrusal mesafeleri ölçer; iki veya daha fazla longitudinal görüntüdeki anatomik olarak karşılık gelen noktalar arasındaki mesafeleri ölçmez (Şekil 12.13). Bu nedenle en yakın nokta ölçümleri rotasyonel ve büyük translasyonel hareketleri kantifiye edemez ve büyüme veya tedavi değişikliklerinin ya da cerrahi sonrası kemik yeniden şekillenmesi gibi fizyolojik adaptasyonların longitudinal kantitatif değerlendirilmesi için kullanılamaz. Bu standart analiz yöntemi günümüzde çoğu ticari ve akademik yazılım paketi tarafından kullanılmaktadır;



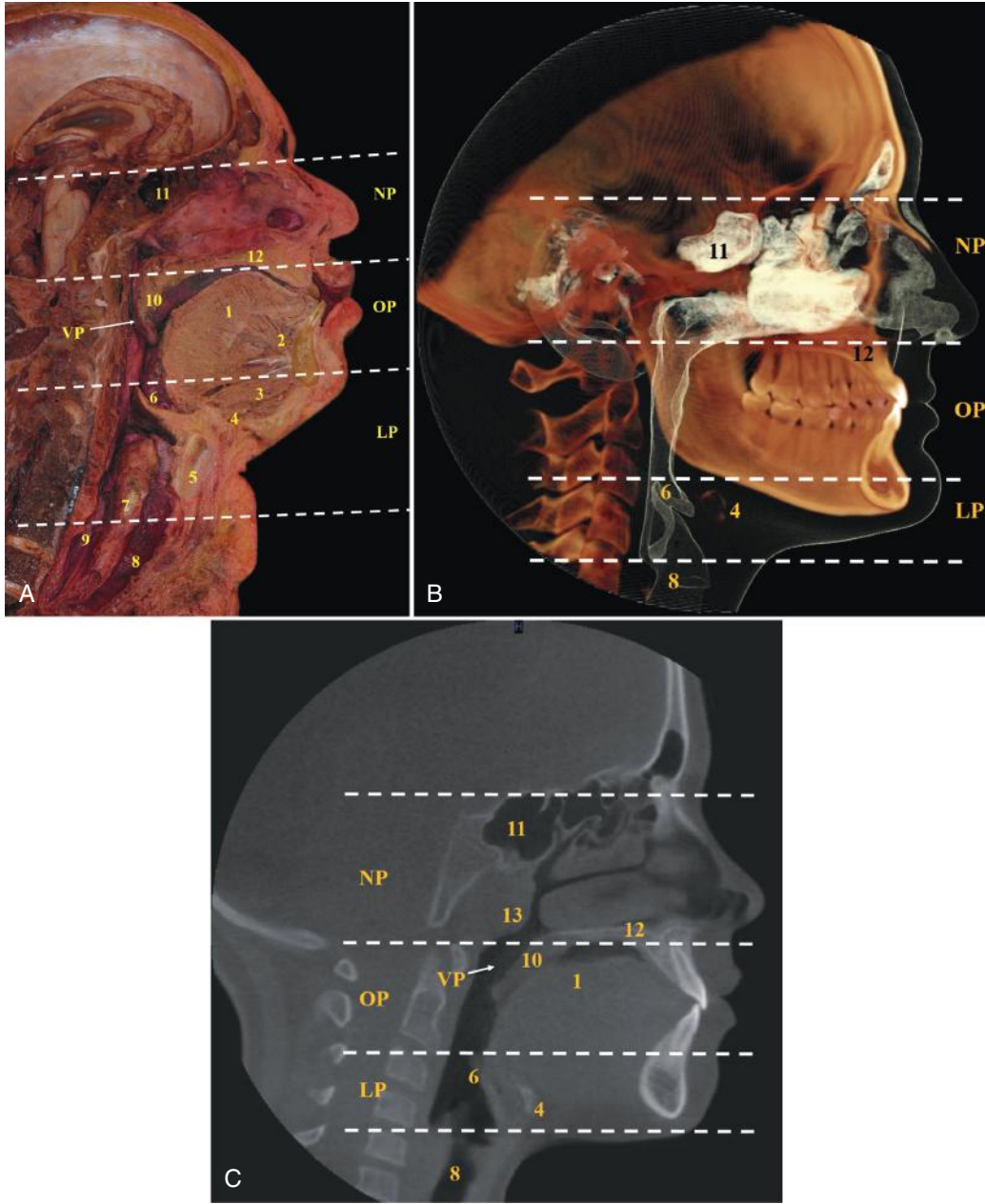
Şekil 12.13 İki zaman noktasına (A ve B) ait yüzey ağ (mesh) modellerinin mandibula çıkartması; karşılık gelen noktalara dayalı ölçümler (mavi ok) ile en yakın nokta ölçümleri (sarı ok) arasındaki farkları göstermektedir.

ancak anatomik geometriye dayalı karşılık gelen yüzeyleri eşlemez ve genellikle rotasyonel ve büyük translasyonel hareketleri olduğundan düşük tahmin eder. En yakın nokta renk haritaları, cerrahi cene yer değiştirmesini aynı yapının sınırları arasındaki en küçük ayrım olarak ölçer; ancak bu, cerrahi öncesi ve sonrası yapılarıdaki anatomik olarak karşılık gelen sınırlar olmayabilir.

Şekil eşleştirme (Shape Correspondence) ölçümleri. Şekil eşleştirme ölçümleri⁷³, Ulusal Tıbbi Görüntü Hesaplama İttifakı (NA-MIC, NIH Roadmap for Medical Research) kapsamında geliştirilmiş olup, kraniyofasiyal kompleksin KIBT görüntülerine uygulanacak şekilde uyarlanmıştır.^{74,75} Binlerce yüzey noktası arasındaki eşleşme, şekil analizinin hesaplanmasında parametrik sınır tanımlamaları kullanılarak oluşturulan nokta tabanlı modeller aracılığıyla elde edilir. 3B sanal yüzey modelleri, karşılık gelen küresel harmonik tanımlamaya (SPHARM) dönüştürülür ve daha sonra üçgenleştirilmiş yüzeylere örneklenir (SPHARM-PDM). Bu yaklaşım, en yakın nokta temelli analizlere kıyasla sonuç ölçümünde bir iyileşme sunmaktadır (bkz. Şekil 12.13). SPHARM-PDM yönteminin zorlukları; yüksek hesaplama gereksinimi, yüzey parametreleştirmenin yalnızca kapalı yüzeylere uygulanabilmesi ve karmaşık anatomilerin doğru temsil edilebilmesi için nokta-nokta kalite kontrolünü gerektirmesidir.

Üç boyutlu doğrusal ölçümler. Gözlemci tarafından tanımlanan landmarklara veya otomatik olarak belirlenen noktalara dayalı 3B doğrusal mesafeler, uzayın üç ekseninde farklı miktarlarda değişimi ifade eder. Klinik sorular, her yöndeki (x-, y- ve z- eksenleri) değişimin yeri ve miktarına ilişkin daha hassas bilgi gerektirir. Klinik planlamada anterior, posterior, inferior, superior, medial veya lateral hareket ve yer değiştirmeler esas alınır. 3B uzayın her düzlemindeki yönlü değişimlerin (3B bileşenler) kantifikasyonu, 3B landmark projeksiyonları arasındaki mesafelerle elde edilebilir ve zaman noktaları ile tüm hastalar için standartlaştırılmış ortak bir x-, y- ve z- koordinat sistemini gerektirir. Bu amaçla Slicer yazılımında Q3DC modülü (Quantification of 3B Components) kullanılmaktadır.

Üç boyutlu açısal ölçümler. 3B açısal ölçümler pitch, roll ve yaw olarak temsil edilebilir ve tüm kafatasının ya da yalnızca mandibula veya maksillanın rotasyonunun değerlendirilmesinde kullanılabilir. Sagittal, koronal ve aksiyal olmak üzere üç düzlemde yapılan değerlen-



Şekil 13.1 Anatomik midsagital görünüm insan (yetişkin) üst solunum yolunu ve çevreleyen yapıları gösterir.. A, Kadavra. B, Konik ışıklı bilgisayarlı tomografi (KİBT) volümetrik görünüm. C, KİBT sagital kesit. NP, Nazofarenks; OP, orofarenks; VP, velofarenks; LP, laringofarenks; 1, dil; 2, genioglossus kası; 3, geniohyoid kası; 4, hiyoid kemik; 5, tiroid kıkırdığı; 6, epiglot; 7, krikoid kıkırdığın arka kısmı; 8, trakea; 9, özofagus; 10, yumuşak damak; 11, sfenoid sinüs; 12, sert damak; 13, faringeal tonsiller (adenoidler). (A, Dr. Michael Landers izniyle.)

adenoid dokusunun doğal içe kıvrımlanmasının tek başına veya birbirleriyle kombinasyon halinde gerçekleşmesi nedeniyle meydana geldiği düşünülmektedir. Bu üç mekanizmanın 12 ila 15 yaş aralığında hava yolunun genişlemesinde rol oynadığından şüphelenilmektedir. Ayrıca, tonsiller ve adenoidlerin altında bulunan havayolunun alt bölgeleri de bu büyüme ve durgunluk dönemlerini göstermiştir.

Kraniyal taban ve spinal kolonun yanı sıra hava yolu boyutunu belirleyen kemik yapılar mandibula³¹ ve hyoid kemiğidir.³² Bu kemikler, kasların ve yumuşak dokuların bağlandığı sabitleme yapılarını sağlar. Sağlıklı, obez olmayan bireylerde, ÜH'nin çeşitli segmentleri boyunca ortalama minimum kesit alanı çeşitli teknikler kullanılarak ölçülmüş-

tür: tahminler 320 mm² (akustik yansıma)²⁴ ile 59 mm² (fonksiyonel rezidüel kapasitede [FRK] hızlı bilgisayarlı tomografi [BT]),³³ 64 mm² (manyetik rezonans görüntüleme [MRG]),²⁹ ve 144 mm²,³⁴ 188 mm²,³⁵ ve 138 mm² (konvansiyonel BT)³⁶ arasında değişmektedir. Bu geniş boyut aralığı, bireysel değişkenliğe atfedilebilen farklılıkların yanı sıra farklı ölçüm bölgelerini, pozisyonel değişikliği (oturma veya sırtüstü) ve görüntüleme yöntemi seçiminin yarattığı farklılıkları da yansıtmaktadır (örneğin, akustik yansıma için ağzın açık olması gerekir). ÜH'nin uyanıklık durumundaki minimum çapı primer olarak velofarenksedir. Bu durum, uyku sırasında meydana gelebilecek kollapsın olası lokasyonu olarak ilgi odağı haline gelmiştir. Orofarenksin ön duvarı

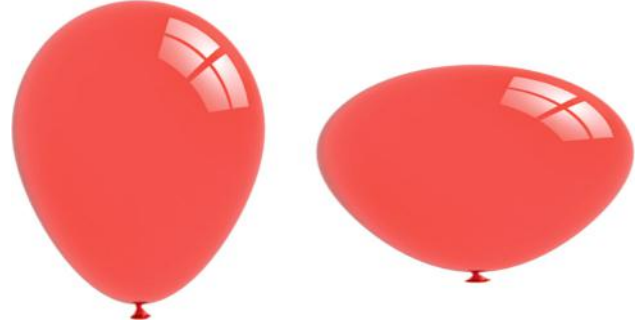
Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi

KIBT, farklı tıp alanlarında (örneğin, kardiyak görüntüleme, radyoterapi) uygulanan bir tıbbi görüntüleme yöntemidir. KIBT, ortodonti alanında da oldukça popülerdir ve klinik ortodonti uygulamaları 3B radyografi ile daha fazla gelişmiştir. Bu tekniğin alt yapısındaki prensip, x-ışını kaynağı ve dedektörünün (görüntü yoğunlaştırıcı veya düz panel dedektörü) hastada ilgili noktanın (veya alanın) etrafında döndüğü koni biçimli bir x-ışını demetidir. Işının konik şekli, bu tekniği yelpaze biçimli bir ışın kullanan helezonik BT'den ayırır. Bir KIBT taraması sırasında, tarayıcı (x-ışını kaynağı ve eşleştirilmiş sensör) genellikle 360 derece dönerek birçok görüntü (yaklaşık 150-599 benzersiz radyografik görünüm arasında değişir) elde eder. Dedektör tarafından alınan bu 2B görüntüler daha sonra yazılımlar tarafından hacimsel verilere dönüştürülerek 3B bir görüntü (birincil yeniden yapılandırma) oluşturulur. Tarama süresi, kullanılan ünite ve ayarlara bağlı olarak 5 ile 40 saniye arasında değişebilmektedir.

KIBT teknolojisinin tanıtılmasından bu yana, geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında daha fazla radyasyona maruz kalma açısından birçok eleştiriye konu olmuştur. En son nesil KIBT tarayıcılarının, 180 derece dönüşle ve yalnızca 2B görüntüleri yakalarken radyasyon kullanan "pulse" teknolojisiyle tarama yapabildiği ve bunun sonucunda hastayı yaklaşık toplam 2 saniyelik radyasyona maruz bıraktığı gösterilmiştir.⁶² Ayrıca, günümüz KIBT cihazları, panoramik radyografi ve lateral sefalogramın birlikte alındığı bir seansa kıyasla hastayı daha az radyasyona maruz bırakıyor olabilir. Daha az radyasyonun eşit veya daha fazla diagnostik bilgiyle birleşimi, KIBT'yi yakın gelecekte daha yaygın hale getirebilir (ayrıca bkz. Bölüm 12).⁶³

Osorio ve ark.⁶³ KIBT'nin hava yolunu değerlendirmek için kapsamlı ve pratik bir sistem olma potansiyeline sahip olduğunu ve normal ve anormal hava yolunu anlamak için mükemmel bir araştırma ve öğretim aracı olabileceğini öne sürdüler. Lateral sefalogramda görüntülenemeyen aksiyel düzlem, hava akışına dik olduğu için fizyolojik olarak incelenmesi en uygun düzlemdir. Havayolu segmentasyon yöntemleriyle doğru bir şekilde solid bir yapı gibi değerlendirilebilir. Tıbbi görüntülemede segmentasyon, hacimsel verilerle eşleşmesi için 3B sanal yüzey modellerinin oluşturulması olarak tanımlanır.⁶⁴ ÜH segmentasyonu manuel, otomatik veya yarı otomatik olarak gerçekleştirilebilir. Manuel yaklaşımda, kullanıcı hava yolunu her aksiyel kesitte tek tek havayolunun uzunluğu boyunca belirler (<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-77859-6.00013-9> adresindeki çevrimiçi sürümde Video 13.1). Yazılım daha sonra tüm boyanmış kesitleri birleştirerek 3 boyutlu bir hacim oluşturur. Bu yöntem zaman alıcıdır ve klinik uygulama için pratik değildir. Buna karşılık, hava yolunun otomatik ve yarı otomatik segmentasyonu belirgin ölçüde daha hızlıdır.⁶⁵ Yarı otomatik yaklaşımda, bilgisayar havayolu yapılarının yoğunluk değerlerindeki (gri seviyeleri) farklılıkları kullanarak havayı ve çevresindeki yumuşak dokuları otomatik olarak ayırt eder. Bazı programlarda, yarı otomatik segmentasyon, kullanıcı rehberliğinde iki etkileşimli adım içerir: (1) belirlenen sınırlar içinde aksiyel, koronal ve sagittal kesitlere tohum noktalarının yerleştirilmesi ve (2) bir eşik değerinin seçilmesi (<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-77859-6.00013-9> adresindeki çevrimiçi sürümde Videolar 13.2 ila 13.5). El ve Palomo⁶⁵ ticari olarak temin edilebilen farklı yazılımlar kullanarak manuel segmentasyonun yarı otomatik segmentasyondan daha doğru olduğunu gösterdi; ancak, tüm yazılımlar birbirleriyle yüksek korelasyon gösterdi. Bu durum havayolu hacminin oluşturulmasında sistematik bir hatanın varlığını düşündürdü. Benzer sonuçlar Weissheimer ve ark. tarafından daha fazla yazılım kullanılarak bildirildi. Günümüzde, görüntüleme yazılımlarının en son sürümleri kullanıldığında ve yeni tanıtılan yazılımlarda artık bu durumun değiştiği gözlenmektedir. Ayrıca, yarı otomatik segmentasyon artık yazılım paketleri arasında veya manuel segmentasyonla karşılaştırıldığında önemli farklılıklar göstermemektedir. Bu durum farklı yazılımları kullanan kullanıcılar arasında iletişimi de daha güvenilir bir hale getirmiştir.

Hava yolunun uygun analizi, 3B görüntünün oryantasyonu ile başlar ve uzayın üç düzleminde gerekli ayarlamalar yapılır.⁶⁷ Hava yolunun eksiksiz bir değerlendirmesi için, 2B ve 3B ölçümlerin bir kombinasyonunu



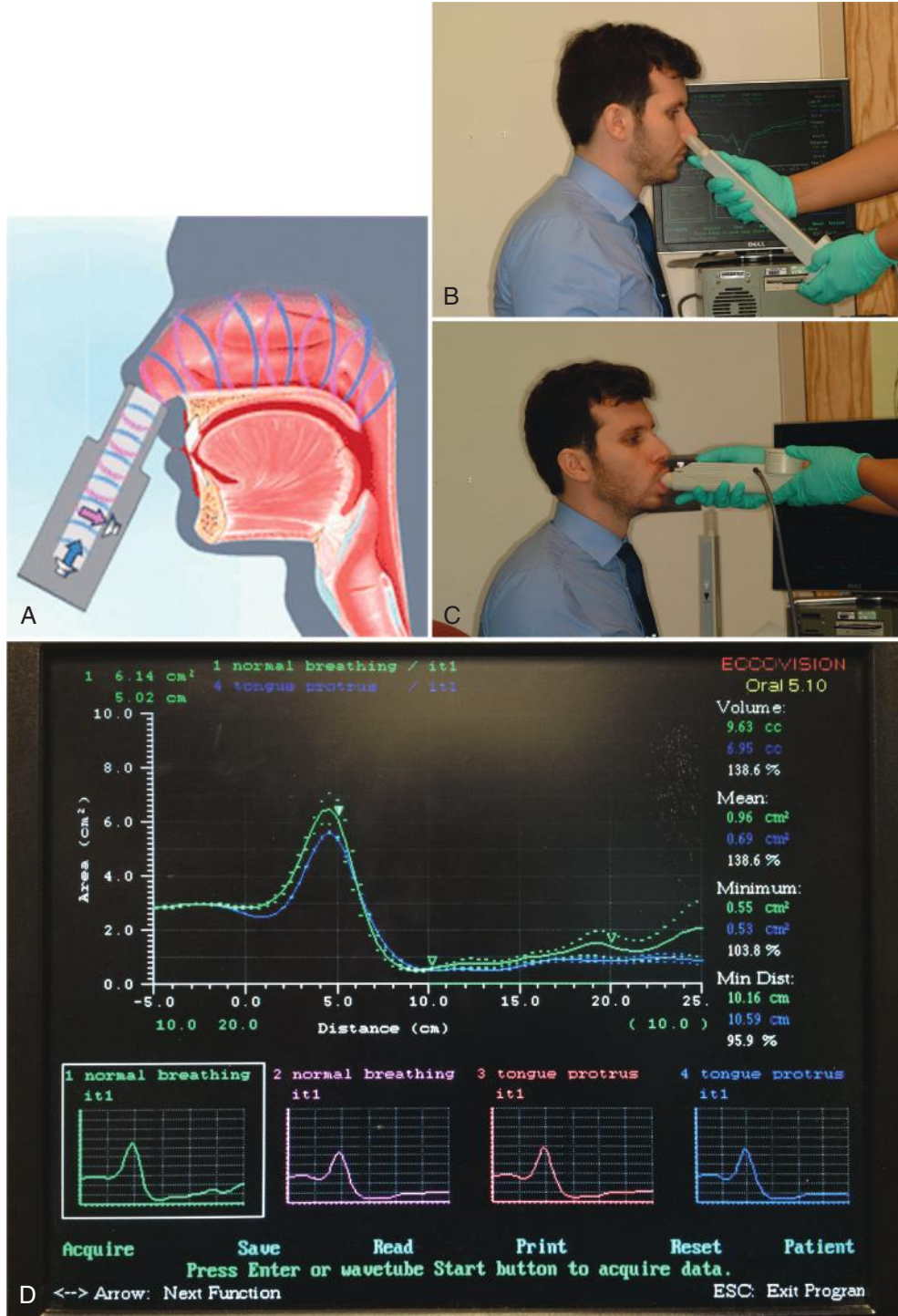
Şekil 13.5 Aynı balon, distorsiyona uğramadan önce ve sonra gösterilmiştir. Hava hacmi her 2 durumda sabit kalır; sonuç olarak, hacimsel analiz, kendi başına, gerçekleşmiş olabilecek tüm olayları tanımlayamaz.

kullanmak daha iyidir. Hacmi hesaplamak nispeten kolaydır ve muhtemelen hava yolunu incelerken akla gelen ilk ölçümdür; ancak, hacim tek başına meydana gelebilecek tüm değişiklikleri tanımlamak için yeterince açıklayıcı değildir. Sadece hacmi kullanmanın eksikliklerini tanımlamak için güzel bir örnek, bir doğum günü partisi balonunu düşünmek olacaktır. İçinde sabit bir hava hacmi bulunan balon, belli bölgelerden basınç uygulandığında hava hacmini değiştirmeden deforme olabilir ve şekli değişebilir. Hava hacimlerini karşılaştırırken, sonuç hiçbir deformasyonun meydana gelmediğini gösterir (Şekil 13.5). Havayolu ölçümlerini yaparken anatomik sınırların kullanılması, hastalar ve gruplar arasında aynı segmente edilmiş hacmin karşılaştırıldığından emin olmak için çok önemlidir. Ne yazık ki, anatomik sınırlar olarak hangi düzlemlerin veya landmark noktalarının kullanılacağı konusunda bir fikir birliğine varılamamıştır. Maksimum daralma alanı (mm²) olarak da bilinen minimum kesit alanı (MKA), muhtemelen hava yolu hacminden daha faydalıdır. Şekil 13.6, ÜH'nin en sık kullanılan 2B ve 3B ölçümlerini göstermektedir.

Akılda tutulması gereken bir diğer önemli faktör, KIBT'nin nöromusküler ton, kollapsa yatkınlık veya havayolunun gerçek işlevi hakkında bilgi sağlamamasıdır. Hava yolunun görüntülenmesi yardımcı olsa da, tek başına uyku apnesini teşhis etmek için kullanılamaz. Daha önemlisi, havayolu boyutu veya şeklinin herhangi bir radyografik ölçüm ile polisomnografi (PSG) sonuçları arasında doğrudan bir bağlantı yoktur. Öte yandan, mümkün olduğunda hava yolunun 3B görüntülenmesi takip veya tedavi planlaması için kullanılabilir.⁶⁸

Akustik Rinometri

AR, Hilberg ve ark. tarafından 1985⁶⁹ yılında burun boşluğunu incelemek için objektif bir yöntem olarak tanıtıldı (Şekil 13.7). Bu teknik, burun boşluğunda yayılan bir ses darbesinin akustik empedanstaki yerel değişikliklerle yansıtıldığı ilkesine dayanır. AR, kısa bir süre içinde yaygın olarak kabul gören basit, hızlı (yaklaşık 30 saniye) ve invaziv olmayan bir tekniktir. Yaşayan insan deneklerine yönelik önceki araştırmaların çoğu, AR tarafından belirlenen burun boşluğunun ön kısmındaki kesit alanları ile MRG ve BT gibi görüntüleme teknikleriyle belirlenen alanlar arasında kabul edilebilir derecede iyi bir uyum olduğunu göstermiştir. Ancak bu, AR'nin MRG ve BT ile karşılaştırıldığında kesit alanlarını önemli ölçüde fazla tahmin ettiği burun boşluğunun arka kısmı ve epifarenks için geçerli değildir. Şimdiye kadar, nasal casting, sıvı deplasman metodu ve MRG dahil olmak üzere diğer yöntemlerle karşılaştırılarak AR'yi doğrulamak için birkaç girişimde bulunulmuştur. Kaise ve ark.⁷⁰ AR yöntemini küçük deney hayvanları kullanarak test etti, okumaları hayvanların burun boşluğuna postmortem olarak yerleştirilen ve daha sonra sıvı yer değiştirmesi yoluyla ölçülen baskı malzemesiyle karşılaştırdı. Sonuçlar AR'nin faydalı ve güvenilir olduğunu, gerçek hacmin %73,7 ± 20,0'ını tahmin ettiğini gösterdi. Cakmak ve ark.⁷¹ özellikle nazal valf bölgesine odaklanan 25 sağlıklı yetişkin üzerinde bir klinik çalışma yürüttüler ve

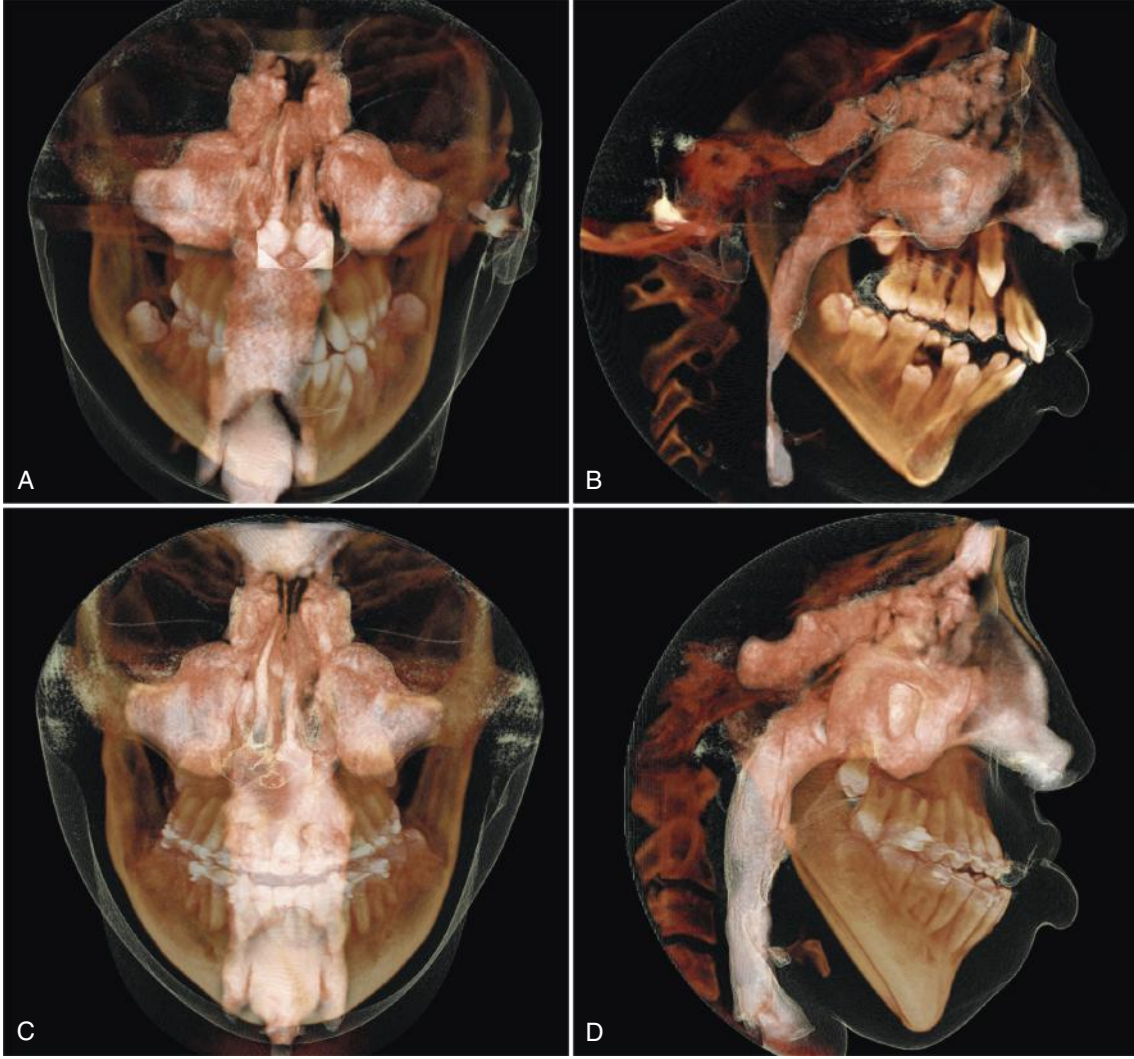


Şekil 13.7 A, Çizim, rinometrinin ses dalgaları aracılığıyla hava yolunu nasıl ölçtüğünü göstermektedir. (B) Rinometri, (C) faringometri ve (D) faringometri aracılığıyla toplanan veriler. X eksenini sesin kat ettiği mesafeyi, y eksenini ise o mesafeye karşılık gelen havayolu alanını göstermektedir. (Dr. Sorapan Smuthkochorn ve Divya Venkat'in izniyle.)

rilmesi avantajına sahiptir. Bu yeni ürünü tam olarak değerlendirmek için şu anda daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır ve kitabın bu basımı sırasında sınırlı sayıda uygulama yer almaktadır.

ORTODONTİK TEDAVİNİN HAVA YOLU ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Ortodontistler ÜH civarında çalıştıkları ve ortodontik tedaviyle yapılan değişikliklerin havayolu ile bölgesel olarak ilişkili olması nedeniyle, çeşitli yayınlar bu ilişkiyi açıklığa kavuşturmaya çalışmıştır.



Şekil 13.10 Mandibular distraktör ile tedavi edilen bir hastada hava yolu değişiklikleri. A ve B frontal ve lateral tedavi öncesi üst havayolu görünümü, C ve D frontal ve lateral mandibular distraksiyon sonrası üst havayolu görünümü.

göğüs duvarı genişlemesi gibi değişik ölçümler kullanmaktadır. Uyku sırasında üç tip apne gözlemlenebilir:

1. **OSA**, hava akışı olmadığı veya hava akışının çok azaldığı bir durum sırasında ventilasyon çabasının devam etmesi sonucu ortaya çıkar. Tam veya tama yakın ÜH obstrüksiyonundan kaynaklanır.
2. **Santral apne** hem hava akışı hem de ventilasyon çabası olmadığına ortaya çıkar.
3. **Karışık apne**, solunum eforunun gerçekleşmediği aralıklar (yani santral apne paterni) ile tıkanmış solunum eforunun gerçekleştiği aralıkların bir karışımıdır.

Bir uyku değerlendirmesinde skorlanan en yaygın solunum anomalisi *hipopne* olarak adlandırılır ve hava akışının apne kriterlerini karşılamak için yeterli olmayan bir dereceye kadar anormal bir şekilde azalmasıdır. Diğer bir sınıflandırmaya göre, obstrüktif hipopneler kısmi ÜH obstrüksiyonundan kaynaklanır ve horlama olarak duyulabilir. Santral hipopneler inspiratuar çabanın azalmasından kaynaklanır. Hipopne kriterleri uyku laboratuvarları arasında farklılık gösterse de yaygın tanım, %4 oksihemoglobin desatürasyonu ile birlikte en az 10 saniye boyunca solunum hareketlerinin veya hava akışının $\geq$ %30 azalmasıdır. Alternatif ölçüt, uykudan uyanma ile birlikte oksijen satürasyonunda %3'lük bir düşüştür, ancak bu, uykudan uyanmaya geçişin bir EEG belirticini gerektirir. Apneye benzer

şekilde, hipopne de hava akımı sensörleri veya göğüs duvarı genişlemesi gibi değişik ölçümler kullanılarak tespit edilir. Hava akışı tipik olarak hipopneyi tanımlamak için kullanılır ve hem inspiratuar hem de ekspiratuar hava akışı genellikle anormaldir.

Solunum anomalilerinin bir başka sınıfı da artmış ÜH direncinden kaynaklanır. Bunlar solunum çabasıyla ilişkili uyanma (RERA) olup solunum ve oksijenasyonun, solunum çabasında büyük bir artış pa-hasına korunduğu ataklardır. RERA'lar, genellikle bir uyanma ile sonlandırılır. Bu uyanma resüsitatif bir horlama veya solunum seslerinde bir değişiklik ile karakterize edilebilen bir uyarımadır. RERA'sı olan hastalar uyku sırasında sık sık, 3 saniye veya daha kısa süreli mikro uyarılmalar gösterme eğilimindedir. Buradaki konsept, hava yolunun yapısal stabilitesinin kollapsa yol açmadığı, ancak hastanın hava yolu daralmasına verdiği yanıtın hava akışında bir düşüşü önleyecek kadar güçlü olduğudur. RERA'lar, muhtemelen nefes almak için harcanan çabanın tetiklediği bir uyarılma ile sonlanır.

Gündüz uykululuk hali ile ilişkili tekrarlayan RERA'lar daha önce OSA'nın bir alt tipi olan üst havayolu direnci sendromu (UARS) olarak adlandırılmıştır. Bu hastalar uyku solunum bozukluklarının sonuçlarını, yani OSA'da var olan anormal uyku ve kardiyorespiratuar değişiklikleri sergileyebilir.

sılığı düşük veya çok düşük olacaktır ve daha fazla değerlendirmeye ihtiyaç duyulmaz. Klinik olarak yüksek olasılıkla belirgin uyku apnesine sahip olduğu düşünülen bir hastanın daha fazla teste ihtiyacı vardır. Klinik skoru orta düzeyde olan hastalar potansiyel adaylar olabilir, ancak daha ileri değerlendirmeye ihtiyaç vardır. Eğer uygulanması düşünülen sadece bir tarama anketiyse, o zaman hastayı yalnızca anket sonucunun maliyeti ve tedavi etkileri konusunda uyarmak için tartışılması gereklidir. Sorgulama, zaten şüphelenilen bir uyku apnesi bağlamında yürütülüyorsa (örneğin, obstrüktif apne için bir sevk), o zaman anket klinik şiddeti değerlendirmek için kullanılır.

Rahatsızlığın klinik ciddiyet profilleri geliştirilmekte olup şiddetliden (çok yüksek uykululuk ve uyku sırasında anormal solunum profilleri) hafife (kardiyovasküler veya acil tedavi için davranışsal belirtiler olmaksızın yüksek horlama) kadar değişmektedir. Orta şiddetteki bir durum başlangıçta kilo kaybı veya burun polipi veya rinit gibi anatomik bir sorunun tedavisi ile daha iyiye gidebilir ve uygun tanı testlerinden sonra oral aparey veya CPAP cihazı kullanımı ve son olarak cerrahi düşünülebilir.

Bununla birlikte, tüm bu durumları içeren bir klinik algoritma veya test, klinik kaniyle güçlendirilir. Örneğin, daha önce belirtildiği gibi, gündüz uykululuğu uyku yoksunluğu yaşayan bu toplumda hem yaygındır hem de yeterince tanınmamaktadır ve bu nedenle uyku apnesinin istatistiksel olarak anlamlı bir öngörüsü olamaz. Yine de aşırı gündüz uykululuğuna sahip ve başka türlü açıklanamamış şikayeti olan tüm hastalar ileri seviye değerlendirmeye gereksinim duyar. Uykulu,

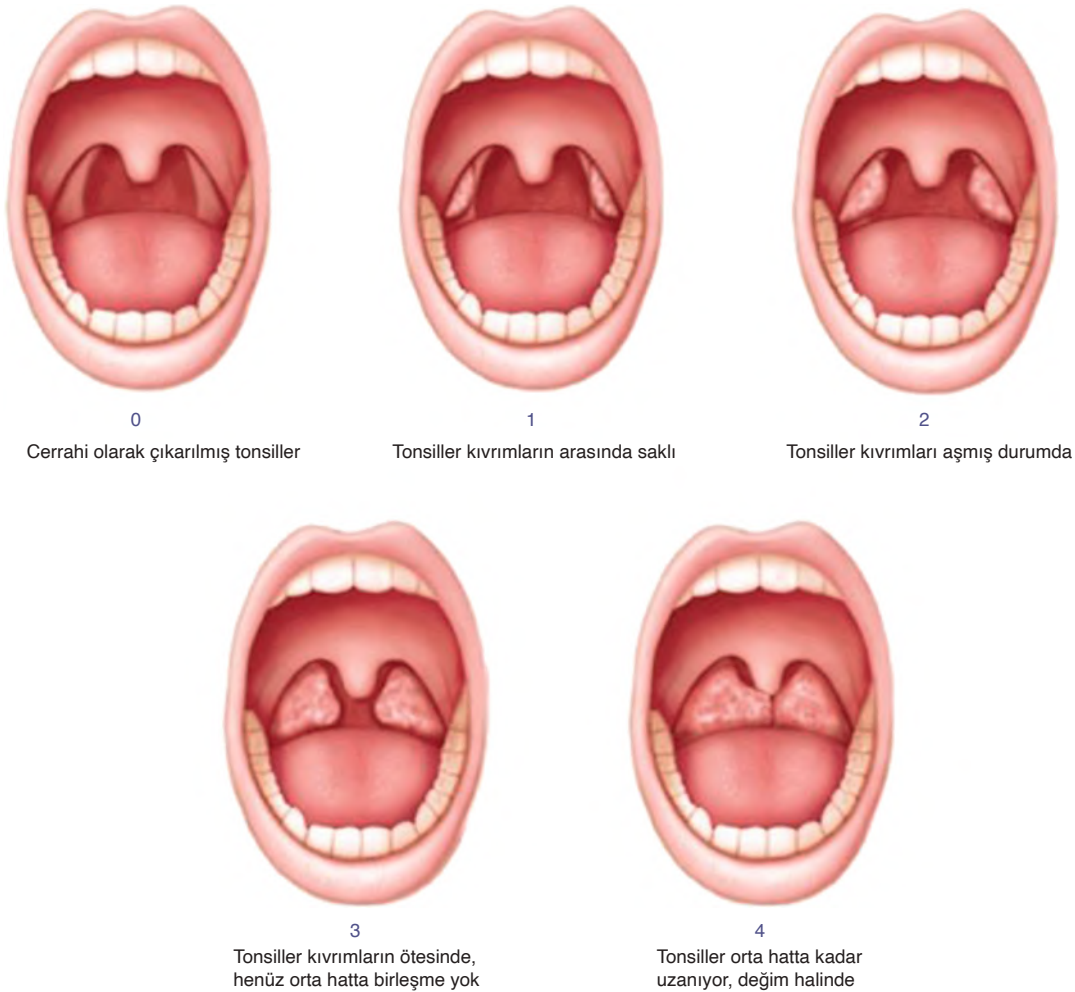
gür sesle horlayan ve apnelere tanık olmuş bir kişi, boyun ebatlarından bağımsız olarak tercihen uyku sırasında muayene edilmelidir.

Hasta Bazlı Testler ve Anketler

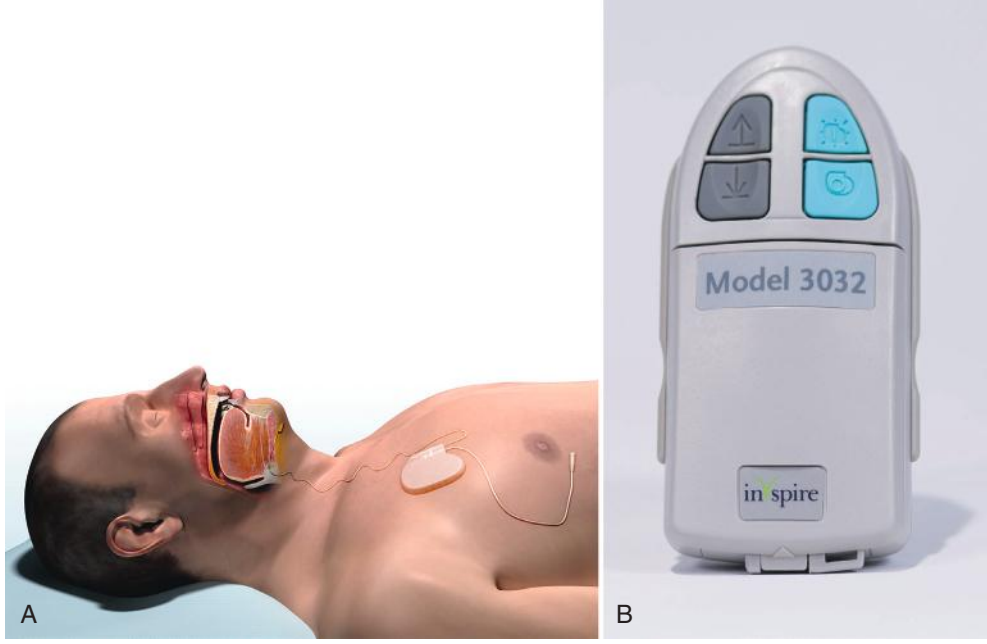
Herhangi bir tedaviye başlamadan önce OSA'nın varlığı veya yokluğu ve şiddetinin derecesi belirlenmelidir.¹⁷⁸ OSA tanısının altın standardı klinik muayene, gündüz uykululuk durumu ve gece PSG'dir.¹⁷⁹ Zaman açısından daha verimli ve klinik olarak uygulanabilir bazı klinik araçlar mevcuttur ve bunlar arasında tarama anketleri, indeksler ve sefalometrik analizler yer alır. Ortodontistin veya başka bir diş hekiminin OSA veya başka bir SRBD'yi teşhis etme yetkisi yoktur, ancak diş hekimleri hasta öyküsü, fiziksel muayene ve objektif testlerle gerçekleştirilebilen OSA ve SDB risk değerlendirmesini yapmalıdır.^{178,180} OSA risk değerlendirmesi için, bunun basitçe horlama olarak yanlışlıkla tanımlanmasını önlemek amacıyla farklı tarama yöntemleri geliştirilmiştir.^{179,181} Aşağıdaki bölümlerde klinik olarak veya kısa bir anket yardımıyla gerçekleştirilebilen bazı SDB ve/veya OSA risk değerlendirme yöntemleri sunulmaktadır.

Friedman Sınıflandırması

1999 yılında Dr. Michael Friedman ve ark., tonsil boyutu, modifiye Mallampati (MM) sınıflandırması ve VKİ gibi birçok faktörün birleşiminin OSA'yı klinik olarak tahmin etmede önemli bir rol oynadığını gösterdi.^{182,183}



Şekil 13.11 Tonsil sınıflandırması. 0: cerrahi olarak çıkarılmış tonsiller; 1: tonsiller kıvrımların arasında saklı; 2: tonsiller kıvrımları aşmış durumda; 3: tonsiller kıvrımların ötesinde, henüz ortahatta birleşme yok; 4: tonsiller orta hatta kadar uzanıyor, değim halinde



Şekil 13.15 Üst solunum yolu elektriksel stimülasyonu. A, (Soldan sağa) Stimülasyon kablosu, jeneratör, solunum sensörü kablosu. B, Uzaktan kumanda. (Inspire Medical Systems, Inc., Maple Grove, MN izniyle.)

Ortodontist için, deneyimli bir uyku merkezi tarafından sağlanan bu terapinin endikasyonları ve yeri hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir. Ayrıca, bu hastalar dilin dişler üzerinde kaymasından kaynaklanan dil abrazyonu nedeniyle konsülte edilebilir. Bunlardan bazıları uyarım parametrelerinin ayarlanmasıyla hafifletilebilirken, bazı hastalar “dil kayması”ndan veya dişlerdeki veya kronlardaki pürüzlü yüzeylerin düzeltilmesinden fayda görebilir.

Zararın Önlenmesine Yönelik Yönetim

OSA'ya ilişkin profesyonel bilgi aynı zamanda, hastalara hastalığın ciddi sonuçları hakkında danışmanlık yapabilmek veya onları uyararak için klinik sorumluluk üstlenmek anlamına gelir. Morbidite, uyanıklık kaybı ve ek bir kardiyovasküler riskle ilişkilidir; her ikisi de uykunun bölünmesi ve aralıklı hipoksi nedeniyle ortaya çıkar. Özellikle aşırı uykululuk ve nörobilişsel bozukluğa sahip, şiddetli OSA'sı olan hastaların motorlu taşıt kazası geçirme riskleri iki ila yedi kat daha fazladır.²⁵⁵ En yüksek risk altında olanlar, uykululuk veya dikkatsizliğe bağlı araç kullanımı sırasında uykuya dalarak kaza geçirmiş veya kazaya çok yakın bir olay yaşamıştır. Bu nedenle, uyku apnesinin tanısı ve yönetimi konusunda uzman bir hekimin hastayı bu potansiyel risk konusunda bilgilendirmesi ve daha fazla uyku, zamanında tanı ve/veya tedavi veya uykululuk durumu daha iyi kontrol altına alınana kadar araç kullanmaktan kaçınma gibi adımları önermesi beklenir.

Prospektif çalışmalar felç, miyokard enfarktüsü, kardiyovasküler hastalık ve her türlü ölüm riskinin arttığını göstermektedir.^{158,159,256} 70 yaşından önce, uyku sırasında olmasa da erken ölüm riski artmıştır. Prospektif çalışmalar, hipertansiyon dışında¹⁵⁷, OSA riskini azaltmak için CPAP müdahalesinin tek başına yeterli olup olmadığı konusunda kesin bir sonuca varamamıştır.

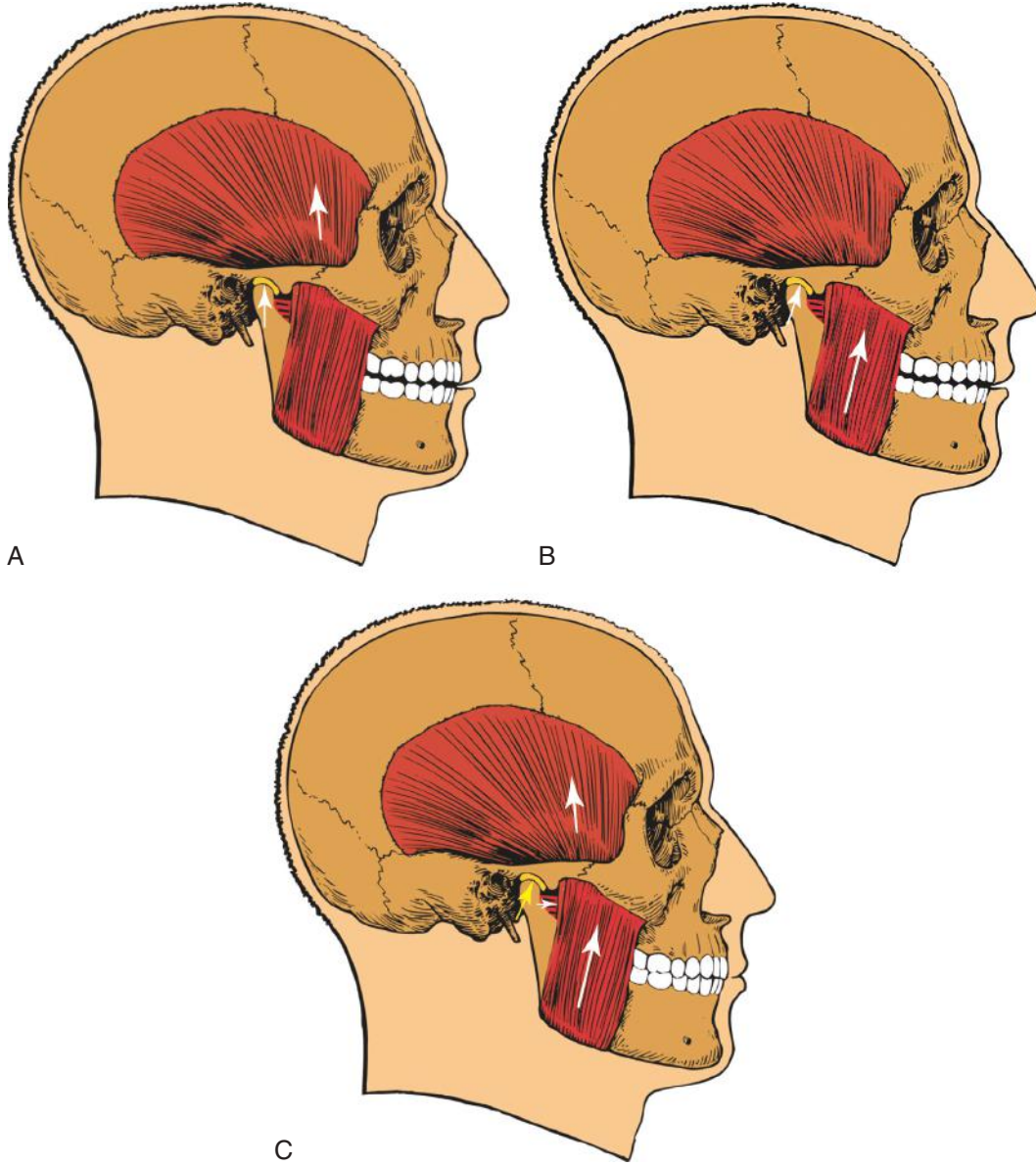
MULTİDİSİPLİNER YAKLAŞIMIN ÖNEMİ

Üst solunum yolu ve ortodonti arasındaki ilişki ekip çalışmasını esas alan bir yaklaşımdır. Günümüzün ortodontistleri, sadece dişlerin çarpışıklığına ve Sınıf I oklüzyon elde etmeye odaklı bir yaklaşım sergile-

menin ötesinde güncel imkanları en iyi şekilde kullanarak bütüncül bir yaklaşımla değerlendirme yapabilmekte ve daha iyi bir teşhis ve tedavi planlaması sunabilmektedir. Hasta bakım ekibi yalnızca diğer diş hekimliği uzmanlıklarıyla değil, tıp alanıyla da ilgilidir. Hasta bakım ekibi kavramı ilk olarak 1968'de Ulusal Sağlık Enstitüsü (NIH) tarafından tanıtıldı ve o zamandan beri Dünya Sağlık Örgütü, Ortak Komisyon ve Amerikan Hekim Yöneticiler Koleji gibi kuruluşlar tarafından hasta tedavisi ve süreç sonuçlarını geliştirme ve hasta memnuniyetini iyileştirmenin bir yolu olarak kabul edildi.²⁵⁷

Bu yaklaşımın önemi 62 yaşında bir erkek hasta örneği ile gösterilmiştir. 11 nolu diştten 22 nolu dişe üç üniteli sabit köprü, genel bir diş hekimi tarafından, abutment kenarları etrafındaki plak birikiminin artması ve azalması dışında herhangi bir sorun yaşanmadan yerleştirilmişti. 3 yıl sonra uyku hekimi tarafından kendisine OSA teşhisi konuldu. CPAP cihazı takıldıktan iki yıl sonra, CPAP cihazının 11 nolu dişin labial yüzeyine temas ettiği yerde dişeti travması belirtileri görülmeye başladı. Plak birikimi kontrol altında kaldığı için, çok az değişiklik fark edildi. Plak birikimi 11 nolu diş etrafında artıp azaldıkça, dişeti travması fenestrasyon olarak gözlemlendi (Şekil 13.16). Ancak, habitüel plak birikimi ve dişeti marjinleri etrafında oluşan enflamasyon ile, CPAP cihazından kaynaklanan sekonder travma, ataşman kaybı ile sonuçlandı. Travma ve enflamasyonun birleşimi, destek dişin patolojik migrasyonuna ilerledi. Hasta ortodontiste şikâyet olarak “gülüşümdeki değişiklik” şeklinde estetik kaygısını dile getirdi ancak ana problem CPAP cihazına bağlı sekonder travma sonucu ataşman kaybı ve kaçınılmaz olarak apse oluşumuydu (Şekil 13.17).

Bu vaka, primer ekip çalışması becerilerine olan ihtiyacı vurgular. Uyku tıbbi doktoru, diş hekimi ve ortodontist arasında CPAP uyumunun travma yaratmamasını sağlamak için koordinasyonun sağlanmasına ihtiyaç vardır (Şekil 13.18). Enflamasyon geçici olduğundan, plak birikimini, diş eti iltihabını ve CPAP uyumundan kaynaklanan travmayı ve ardından gelen gingival değişiklikleri belirlemek için hekim, diş hekimi ve ortodontist arasında durumun izlenmesi gereklidir. Net ve doğru bilgi alışverişi için tüm uzmanlar arasında iletişime ihtiyaç duyulur. Hekim, diş hekimi, periodontist ve ortodontist arasında dört temel beceriye -liderlik, durumun takibi, karşılıklı destek ve iletişim- ihtiyacı vardır.



Şekil 14.1 A, Temporalis kasları tarafından kondillere uygulanan kuvvetler, kondilleri fossada superior konuma yerleştirir (beyaz ok). B, Masseter (beyaz ok) ve medial pterygoid kaslar (beyaz ok) tarafından kondillere uygulanan kuvvetler, kondilleri fossada superoanterior konuma yerleştirir (sarı ok). C, Bu kuvvetler lateral pterygoid kasla (gösterilmemiştir) birleştiğinde, kondiller fossada artiküler eminenslerin posterior eğimlerine oturacak şekilde superoanterior konumlarına yerleşirler.

Postüral pozisyonda kondiller, oklüzal durumun herhangi bir etkisi olmaksızın, elevatör kaslar ve inferior lateral pterygoid kasların tonusu ile stabilize edilir. Temporalis kasları kondilleri fossada superior konuma yerleştirir. Masseter ve medial pterygoid kaslar, kondilleri superoanterior konuma yerleştirir. İnferior lateral pterygoid kasların tonusu ise kondilleri artiküler eminenslerin posterior eğimlerine oturacak şekilde anterior bir konuma yerleştirir.

Bu nedenle, kaslar tarafından belirlenen ortopedik olarak en stabil eklem pozisyonu, kondillerin artiküler fossada en superoanterior konumda yer aldığı ve artiküler eminenslerin posterior eğimlerine yerleştikleri konum olarak tanımlanır. Ancak bu tanım, artiküler diskin pozisyonu da dikkate alınmadıkça eksik kalır. Optimum eklem ilişkisi, yalnızca artiküler diskin kondil ile eklem fossası arasında doğru bir şekilde yerleşmesi durumunda elde edilebilir. Bu nedenle, ortopedik ola-

rak stabil eklem pozisyonunun tam tanımı, kondilin eklem fossasında en superoanterior konumda yer aldığı, artiküler eminensin posterior eğimine yerleştiği ve artiküler diskin de doğru şekilde fossa ve kondil arasında yer aldığı pozisyon olarak yapılır. Bu pozisyon, mandibulanın en *MS pozisyonudur*.

Yukarıda verilen ortopedik stabil pozisyon tanımı, mandibulanın diğer kısmındaki yapıların, yani dişlerin stabilizasyon etkilerini dikkate almaz. Dişlerin oklüzal temas paternleri de çiğneme sisteminin stabilitesini etkiler. Kondiller artiküler fossalarında en stabil pozisyonlarında ve ağız kapalıyken, dişlerin de en stabil ilişkide oklüzyona gelmeleri önemlidir. En stabil oklüzal pozisyon, dişlerin maksimum interkuspasyonudur. Bu tür bir oklüzal ilişki, mandibula için maksimum stabilite sağlarken, fonksiyon sırasında her bir dişe uygulanan kuvvet miktarını en aza indirir.

kasların belirlenmesi değil, aynı zamanda her birindeki ağrı derecesinin de sınıflandırılması hedeflenir. Palpasyon prosedürü sırasında hastadan, kas palpe edildiğinde “evet” ya da “hayır” şeklinde ağrı olup olmadığını bildirmesi istenir.¹²

Temporomandibular Eklem Palpasyonu

TME’ler, ağrı ve disfonksiyon ile ilişkili herhangi bir belirti veya semptom açısından incelenir. Temporomandibular eklemlerdeki ağrı veya hassasiyet, mandibula hem sabit durumda hem de hareket halindeyken eklemlerin dijital palpasyonu ile belirlenir. Parmak uçları, her iki eklemin lateral bölgelerine aynı anda yerleştirilir (Şekil 14.6A). Eğer parmakların doğru konumda olup olmadığı belirlenemiyorsa, hastadan birkaç kez çenesini açıp kapaması istenir. Parmak uçları, kondillerin lateral kutuplarının artiküler eminensler üzerinden aşağı ve öne doğru hareketini hissetmelidir. Parmakların eklem üzerindeki konumu doğrulandıktan sonra, hasta kendini rahat bırakır ve eklem bölgelerine medial kuvvet (0.5 kg) uygulanır.¹² Hastadan herhangi bir semptom olursa bildirmesi istenir ve bu semptomlar kaslar için kullanılan kriterlerle aynı şekilde kaydedilir. Statik pozisyonadaki semptomlar kaydedildikten sonra hasta çenesini açıp kapatır ve bu hareketle ilişkili semptomlar da kaydedilir (Bkz. Şekil 14.6B). Hasta çenesini maksimum düzeyde açtığı anda, parmaklar biraz geriye doğru döndürülerek kondilin poste-

rior kısmına kuvvet uygulanır (Bkz. Şekil 14.6C). Posterior kapsül ve retrodiskit, klinik olarak bu şekilde değerlendirilir.

Eklem sesleri klik veya krepitasyon olarak kaydedilir. Klik kısa süreli tek bir sestir. Eğer nispeten yüksek bir ses ise, bazen “pop” olarak da adlandırılır. Krepitasyon çoklu, çakıl taşlarına benzer bir ses olup “gıcırda” ve “karmaşık” olarak tanımlanır. Krepitasyon genellikle eklem yüzeylerindeki osteoartritik değişikliklerle ilişkilidir.¹⁵⁻¹⁸

Eklem sesleri, eklem lateral yüzeyleri üzerine parmak uçları yerleştirilip hastanın çenesini açıp kapatmasıyla algılanabilir. Bu sesler genellikle parmak uçlarıyla hissedilebilir. Daha ayrıntılı bir inceleme için eklem bölgesine bir stetoskop yerleştirilebilir. Sadece eklem seslerinin karakteri (klik veya krepitasyon) değil, aynı zamanda sesin meydana geldiği ağız açıklığı mesafesi de kaydedilmelidir. Ayrıca sesin açma, kapama veya lateral hareket sırasında mı oluştuğu da önemlidir.

Eklem seslerini incelemek için parmakları hastanın kulaklarının içine yerleştirmek önerilmez. Bu tekniğin, eklem normal işlevi sırasında mevcut olmayan eklem sesleri yaratabildiği gösterilmiştir.¹⁹ Bu teknik uygulandığında, kulak kanalındaki kıkırdağın eklem posterior kısmına doğru zorlandığı düşünülmektedir. Oluşan sese ya bu doku sebep olmakta ya da oluşan kuvvet diski displace ederek ses oluşumuna yol açmaktadır.



Şekil 14.6 A, Temporomandibular eklem ağzı kapalı pozisyonda palpasyonu. B, Temporomandibular eklem ağzı açık pozisyonda palpasyonu. C, Temporomandibular eklem ağzı tamamen açıkken palpasyonu. Parmak, eklem posterior kısmını palpe etmek için kondilin arkasında konumlandırılır.



Şekil 15.2 A, Bilateral dudak ve damak yarığına sahip, 13 günlük erkek bebek. Premaksillanın rotasyon gösterdiği ve belirgin şekilde protrüze olduğu görülmektedir. Prolabium (siyah ok) ile lateral dudak segmentleri (beyaz oklar) arasında geniş bir açıklık mevcuttur; ayrıca burun kanatlarının tabanı da oldukça geniştir. B, Profil görünümde, premaksillanın ileri düzeyde protrüze olduğu (ok) ve kolumellanın minimal uzunlukta olduğu gözlenmektedir. C, Bebek 1 aylıkken, yarık genişliğini azaltmak amacıyla kişiye özel olarak hazırlanmış nazalveolar molding (NAM) apareyi yerleştirilmiş ve ayarlamaları yapılmıştır. Ebeveynlere, apareyin pozisyonunu sabitlemek ve premaksillayı geriye doğru yönlendirmek amacıyla ağızdışı bantlamaya başlamaları önerilmiştir. D, 2 aylıkken, lateral nazal kıkırdaklara hafif yukarı-dışa yönlü kuvvet uygulamak amacıyla apareye nazal stentler eklenmiştir. Ayrıca, kolumella uzamasına yardımcı olması için prolabium üzerine dikey bantlama (ok) başlatılmıştır. E ve F, NAM apareyinin frontal ve lateral görünüşleri. İntranazal bileşenler (oklar) ve palatal plağın seçili alanları yumuşak hareketli protez astar malzemesi ile kaplanmıştır. G, Hasta 5 aylıkken, profil görünümde premaksillanın anteroposterior konumunda anlamlı bir iyileşme izlenmektedir. H, Frontal görünümde, prolabium ile lateral dudak segmentlerinin daha iyi yakınlaştığı görülmektedir. I, Kolumella yaklaşık 4 mm olacak şekilde nazikçe uzatılmıştır.

ebeveyn iş birliği gereksinimi ve olası komplikasyonlar gibi faktörlerin yol açtığı bakım yüküyle birlikte dikkatlice değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.³⁷⁻³⁹

Amerika Birleşik Devletleri'nde, sistemik olarak sağlıklı bebeklerde damak onarımı genellikle 10 ila 12 ay aralığında gerçekleştirilmektedir. Damak onarımının zamanlaması ve yöntemi ise hâlen tartışmalı bir konudur ve yumuşak damağın onarımı için birçok farklı cerrahi teknik mevcuttur. Çoğu merkezde hem sert hem de yumuşak damağın tek seansla onarıldığı tek aşamalı palatoplasti uygulanmakla birlikte, bazı merkezler iki aşamalı bir onarım tercih etmektedir; bu yaklaşımda önce yumuşak damak onarılır, sert damak ise aylar ya da yıllar sonra ikinci bir cerrahiyle kapatılır. Damak onarımının zamanlamasına ilişkin karar,

genellikle orta yüz büyümesinin korunması ile konuşma gelişiminin desteklenmesi arasındaki dengeyi sağlama amacına dayanmaktadır.⁴⁰ Damak onarımı, sert damakta nedbe dokusu oluşumuna yol açtığından, maksiller büyümenin kısıtlanmasına neden olabilir. Bu durum, oklüzyonda anterior ve posterior dişlerde çapraz kapanış şeklinde kendini gösterebilir. Ortaya çıkan maloklüzyonun şiddetinin, uygulanan damak onarım cerrahisinin yöntemiyle ilişkili olabileceği bildirilmiştir. Ayrıca, damak yarığı cerrahi olarak onarılmamış ergen bireylerden elde edilen veriler, damak cerrahisi uygulanmadığı takdirde çapraz kapanışın nadiren geliştiğini göstermektedir.⁴¹ Damak onarımının çok geç bir döneme ertelenmesinin oluşturduğu en önemli dezavantaj, çocuğun gelişmekte olan konuşma ve dil becerilerinin bu durumdan olumsuz

dişin sürmesinden önce gerçekleştirilmektedir.⁵⁰ Bu zamanlama, primer, geç sekonder ve tersiyer kemik greftlemesine kıyasla daha güvenilir sonuçlar vermektedir.⁹⁵ Bu müdahalenin başarısı, ortodontist, cerrah ve diğer ekip üyeleri arasında iş birliği içinde yapılan tedavi planlamasını gerektirir.⁹⁶⁻¹⁰⁰

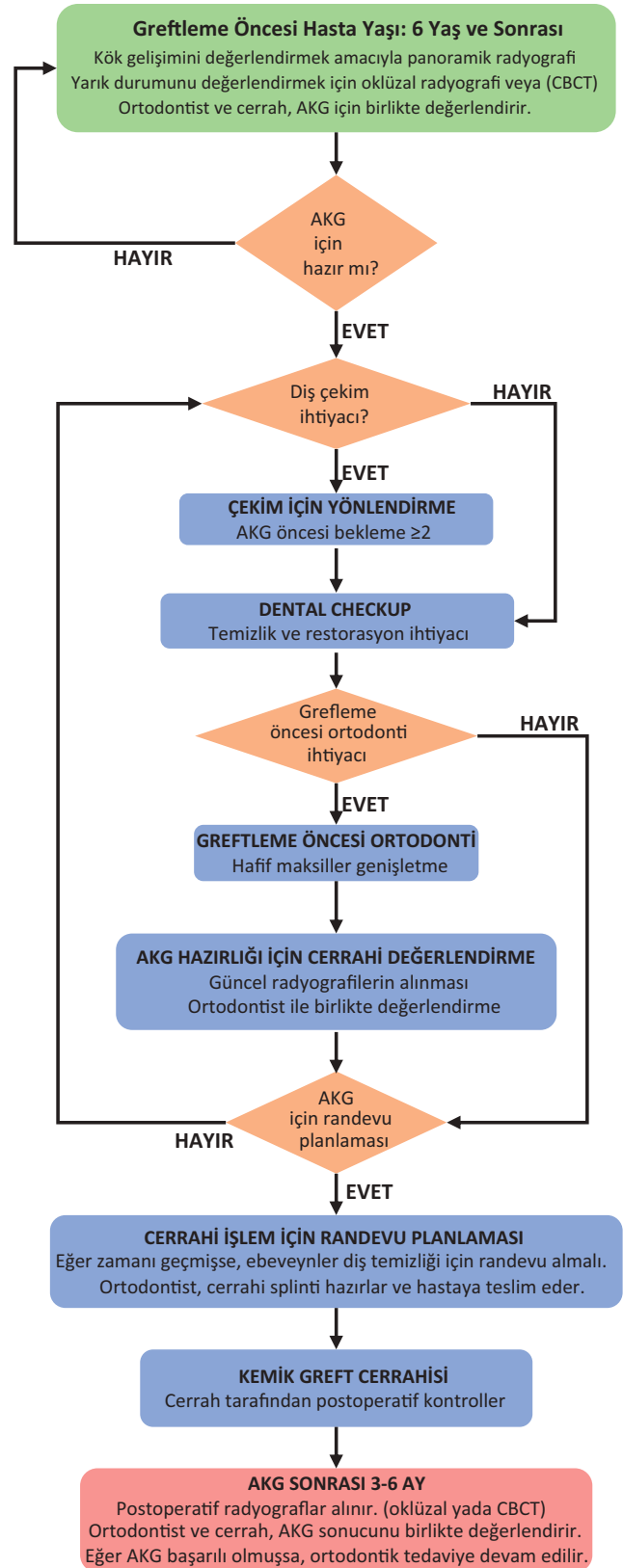
Sekonder alveolar kemik greftlemesi dört temel fayda sunar:

1. *Sürmemiş dişler ile yarık bölgesine komşu dişler için kemik desteği sağlar.* Yarığa komşu dişler sürmeden önce kemik grefti uygulanırsa, bu dişlerin periodontal desteği artar. Eğer kemik grefti kanin dişi sürdükten sonra uygulanırsa, greftlenen kemik uzun vadede komşu dişlerin alveolar kret yüksekliğini artırmaz; büyük ölçüde orijinal düzeyine rezorbe olur.
2. *Oronazal fistüllerin kapatılması.* Palatoplastiden sonra rezidüel palatal ve nasolabial fistüller görülebilir. Yumuşak doku katmanları arasında greftin "sandviç" şeklinde yerleştirildiği üç katmanlı kapatma tekniği kullanıldığında, fistül kapatılmasında başarı oranının arttığı bildirilmiştir. Semptomatik oronazal fistüller söz konusu olduğunda, fistül onarımından¹⁰¹ sonra konuşma sırasında ışıtilebilir nazal hava kaçağının azaldığı görülebilir. Ancak üst dudağın yumuşak dokusunun nazolabial ve alveolar fistülleri bir ölçüde kapatması ya da örtmesi nedeniyle, bu bölgelerdeki fistüllerde genellikle ışıtilebilir nazal hava kaçağı oluşmaz. Bu nedenle, kemik grefti ya da nazolabial fistül kapatımı sonrasında konuşmada belirgin bir iyileşme sağlanması genellikle beklenmez.
3. *Sürekli bir alveolar kretin oluşturulması.* Bu durum, ortodontistin dişleri gövdesel olarak hareket ettirmesi ve kökleri yarık bölgesine dikleştirilmesi açısından avantaj sağlar. Sürekli bir alveolar kret aynı zamanda ağız cerrahı ve protetik diş hekimi için de estetik ve hijyenik açıdan daha uygun bir protez hazırlığına olanak tanır; dental implant uygulamalarına zemin hazırlar. Ayrıca, kemik grefti piriform rimde maksillanın sürekliliğini sağlayarak burun için daha iyi bir destek oluşturur.
4. *Bilateral dudak damak yarığı bulunan hastalarda premaksillanın stabilize edilmesi ve yeniden konumlandırılması.* Çoğu vakada her iki yarık bölgesi aynı cerrahi işlem sırasında greftlenir; ancak geniş bilateral alveolar defektler için aşamalı yaklaşım gerekebilir.

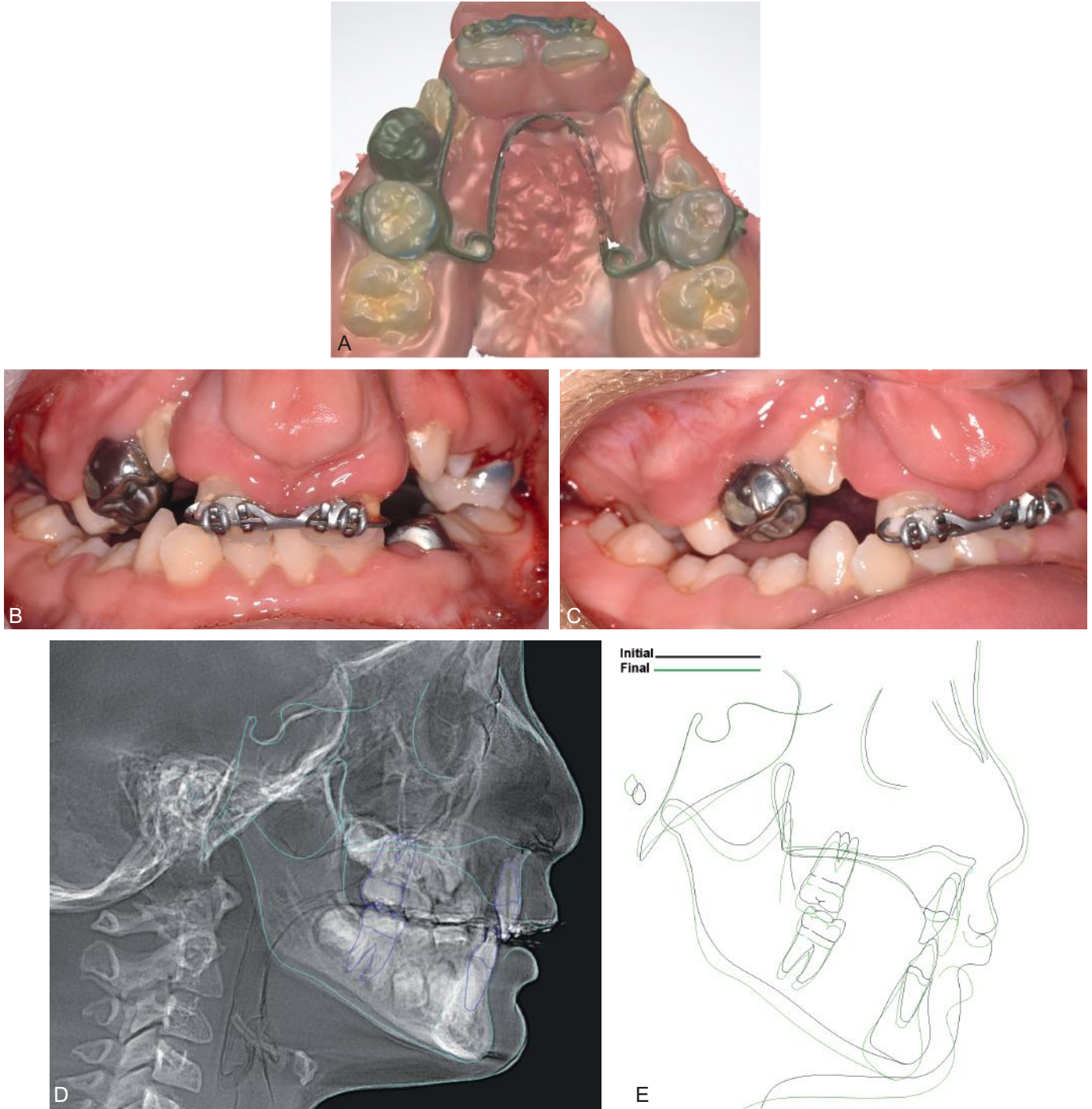
Alveolar kemik greftlemesi için yapılan koordineli planlamada, zamanlama ve disiplinler arası sıralamayla ilgili birkaç unsurun dikkate alınması gerekir. (Şekil 15.10).

Zamanlama. Bergland ve ark.^{96,97}, tarafından, ardışık hastaların alveolar kemik greftlemesi geçirdiği Oslo çalışmasının sonuçları yayımlandığından bu yana, güncel görüşler greftleme için en uygun zamanın intermediate (orta) dönem olduğunu desteklemektedir. Sekonder alveolar kemik grefti cerrahisinin zamanlaması, kronolojik yaştan ziyade diş gelişimine bağlıdır. İdeal olarak, greft yerleştirildiğinde, yarık tarafındaki daimi kanin dişin kök gelişimi yarıdan iki-üçte iki oranına kadar tamamlanmış olmalıdır. (Şekil 15.11). Daimi kanin diş kök gelişimi genellikle 8 ila 11 yaşları arasında gerçekleşir. Bazı durumlarda, lateral kesici diş mevcutsa prognozunu iyileştirmek amacıyla greft daha erken yaşta yerleştirilebilir. Sekonder kemik grefti uygulanmadan önce gerçekleşen erüpsiyon durumunda, yarık bölgesine süren dişler, sonraki bir greft uygulamasından fayda görsen bile periodontal destek açısından büyük olasılıkla yetersiz kalacaktır. Bunun yerine, greft yerleştirildikten sonra greftlenen alveolar kemiğin kret seviyesi orijinal düzeyine kadar rezorbe olur. Bu nedenle, daimi kanin dişi sürmeden önce greftin yapılması önerilir; bu uygulamanın, kanin erüpsiyonundan sonra yapılan greftlemeye kıyasla daha iyi dental sonuçlar sağladığı gösterilmiştir.^{102,103} Eğer lateral kesici diş yarığın distal tarafındaysa, bu dişin sürmesi beklenerek greft daha erken dönemde uygulanmalıdır. Çünkü maksillanın anteroposterior ve transvers yöndeki büyümesi yaklaşık 10 yaşına kadar büyük ölçüde tamamlanmış olur. Bu nedenle, sekonder alveolar kemik greftlemesinin bu yaşta yapılmasının, sonraki yüz gelişimi üzerinde çok az ya da hiç etkisi olmadığı gösterilmiştir.¹⁰⁰

Disiplinlerarası sıralama. Alveolar kemik greftlemesiyle ilişkili işlemlerin sıralaması, disiplinlerarası iletişim ve iş birliği gerektirir (Bkz. Şekil 15.10). Genel diş hekimi veya pedodontist, greftleme işleminden önce özellikle yarık bölgesine komşu çürük dişlerin tedavi edilmesini



Şekil 15.10 Alveolar kemik grefti (AKG) öncesinde çocuğun değerlendirilmesi ve hazırlığı, ortodontist, cerrah ve diş hekimi arasında, çocuğun ebeveynleriyle iş birliği içinde yürütülen disiplinlerarası bir ekip çalışmasını gerektirir. AKG, Alveolar kemik grefti; KIBT, Konik ışınli bilgi-sayarlı tomografi.



Şekil 15.14 A, Şekil 15.13'teki aynı çocuğa ait maksiller oklüzal görüntü; alveolar kemik greft cerrahisine hazırlık aşamasında. Hastaya, bonded bir genişletici ile hafif düzeyde maksiller genişletme uygulanmış, maksiller santral kesici dişlerin başlangıç hizalaması sağlanmış ve premaksillaya ortodontik intrüzyon uygulanmıştır. Maksiller genişlikteki artış ve posterior segmentlerin premaksilla ile hizalanmasındaki iyileşmeye dikkat edilmelidir. Genişlik, W-arch aparatı ile korunmaktadır. B ve C, İntraoral frontal ve bukkal görüntülerde premaksillanın vertikal konumunda iyileşme ve anterior derin kapanışta azalma gözlenmektedir. Hasta, alveolar kemik greftleme hazırlığı kapsamında premaksillayı stabilize etmek, maksiller kesici dişleri oklüzyon kuvvetlerinden korumak ve maksiller ark formunu muhafaza etmek amacıyla cerrahi splint uygulamasından fayda görecektir. D, Sefalogramda maksiller kesici dişlerin angulasyonundaki düzelme izlenmektedir. E, 5 aylık süreçte elde edilen başlangıç ve son sefalogramların süperpozisyonu; maksiller kesici dişlerin angulasyonundaki değişimi, hafif iskeletsel büyümeyi ve mandibulanın saat yönünde rotasyonunu göstermektedir

diş boşluğunun yönetiminde yaygın olarak kullanılan seçenekler şunlardır: Boşluğun kanin dişi ile kapatılması (canine substitution), sabit veya hareketli parsiyel protez uygulamaları, osseointegrasyon esasına dayalı dental implantlar.

Kanin dişin lateral diş boşluğuna kaydırılması. Eksik lateral dişin herhangi bir protetik restorasyonuna duyulan ihtiyaç, kanin dişin mezial hareketi ile yer değiştirmesinin (canine substitution) sağlanması ve posterior dişlerin öne doğru ortodontik olarak hareket ettirilmesi yoluyla ortadan kaldırılabılır.^{114,155-157} Mezialize edilen kanin dişin (substituted canine) estetik görünümünü iyileştirmek amacıyla kozmetik olarak yeniden şekillendirmesi (enamel reshaping), kompozit rezin uygulamaları veya laminate veneer restorasyonları uygulanabilir. (Şekil 15.25). Schultze-Mosgau ve ark.¹⁵⁸ tarafından yapılan bir değerlendirmede, yarık bölgesine komşu alveolar prosesin interdental yüksekliği incelenmiş ve lateral diş boşluğunun kapatıldığı olgularda, boşluk açılarak tedavi edilen vakalara kıyasla daha az kemik rezorpsiyonu gözlemlenmiştir. Kanin dişi mezializasyon (canine substitution) yönteminin bir diğer avantajı ise, ortodontik tedavi sonunda boşluğun tamamen kapanmış olmasıdır. Böylece hastaların, implant uygulamasına kadar geçen yıllar boyunca geçici bir proteze bağımlı kalması gerekmez. Retansiyon döneminde dikkatli bir takip yapılmış olsa dahi, nihai protetik rehabilitasyon öncesi geçen bu ara dönemde, greft uygulanmış yarık bölgesinde istenmeyen kemik kayıpları meydana gelebilir.^{159,160} Kanin dişi mezializasyonu ve boşluk kapatma yöntemi uygulandığında, lateral kesici diş bölgesinde kemik augmentasyonu ve dental implant gerekliliği çoğunlukla ortadan kalkar. Bu yaklaşım, tedavi maliyeti ve hasta üzerindeki hijyen yükü açısından belirgin avantajlar sunmaktadır.

Kanin dişi mezializasyonu (canine substitution) her hasta için ideal bir seçenek olmayabilir. Lee ve ark.¹⁶¹ dudak-damak yarığı olan hastalarda kanin mezializasyonunun maksiller retrognati ile ilişkili olduğunu ve bu durumun LeFort I ilerletme cerrahisi için bağımsız bir prediktif faktör olabileceğini bildirmiştir. Benzer şekilde, diğer çalışmalar da maksiller arkta eksik dişlerin —özellikle lateral kesici dişin— maksiller hipoplazi ile korelasyon gösterdiğini¹⁶²⁻¹⁶⁴ ve bunun dokuya özgü intrinsik bir yetersizliğe işaret ettiğini ortaya koymuştur. Kanin mezializasyonunu içeren ortodontik mekanikler, bir veya her iki kadranda kanin dişi ve posterior dişlerin mezial yönde hareket ettirilmesini kapsar. Ancak bu süreçte, posterior dişlerin mezial hareketinden ziyade, kesici dişlerin retraksiyon hareketi daha belirgin olabilir; bu da istenmeyen bir sonuç doğurabilir.¹⁶¹ Bu durum, yalnızca ortodontik tedaviyle kamufle edilmesi zor olan yetersiz interark koordinasyonuna yol açabilir. Büyüme çağındaki ergen hastalarda kapsamlı tedavi planlaması yapılırken, ortodontist ve cerrahın maksiller diş eksikliklerinin gelişmekte olan iskeletsel ilişki üzerindeki etkisini dikkate alması önemlidir. Özellikle, normal maksillomandibular ilişkilere sahip ya da hafif Sınıf III iskeletsel ilişki gösteren yarık dudak-damaklı ergen hastalarda, kanin dişi mezializasyon yönteminden kaçınılmalı; ileride implant yerleştirilebilmesi için lateral diş boşluğunun korunması tercih edilmelidir. Bu yaklaşım, LeFort I ilerletme cerrahisi gereksinimini azaltma potansiyeline sahiptir.¹⁶⁵

Yarık bölgesinde lateral diş eksikliğinin söz konusu olduğu durumlarda alternatif bir seçenek, “ortodontik alan geliştirme” (orthodontic site development) olarak adlandırılan bir işlemdir.¹⁶⁶ Bu yaklaşımda, kanin dişleri lateral kesici diş boşluğuna hareket ettirilerek beraberlerinde kemik ve yumuşak dokuyu da taşırlar. Kanin dişi, lateral kesici diş implantı ve kronu için yer oluşturmak amacıyla ortodontik olarak distalize edilir. Dudak-damak yarığı bulunmayan ergen ortodontik hastalarında, kök hareketinin distal yönde yapılması sırasında periodontal ligamentin gerilmesi, alveolar kemiğin bukkolingual genişliğinin artmasına katkı sağladığı düşünülmektedir. Bu yaklaşımın dudak-damak yarıklı bireylerdeki uygulanabilirliği konusunda ise daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu yöntemin önerilen bir uyarılması, greftlenmiş yarık bölgesine üst kanin dişinin sürmesine izin verilmesi, ancak primer kanin dişi hâlâ yerinde mevcutsa, orijinal konumunda korunmasıdır (Bkz. Şekil 15.15). Bu ilişki, greftlenmiş yarık bölgesindeki kemiği korumak amacıyla, birinci ve ikinci faz ortodontik tedavi arasındaki geçici büyüme döneminde sürdürülür. İkinci faz tedavide, süt kanin dişi çekilir ve daimi kanin dişi, maksimum posterior ankraj kullanılarak distalize edilir. Bu yaklaşım, er-

genlik sonrası dönemde korunan ya da “geliştirilmiş” alveolar kret üzerine lateral kesici diş implantlarının yerleştirilmesini kolaylaştırır.

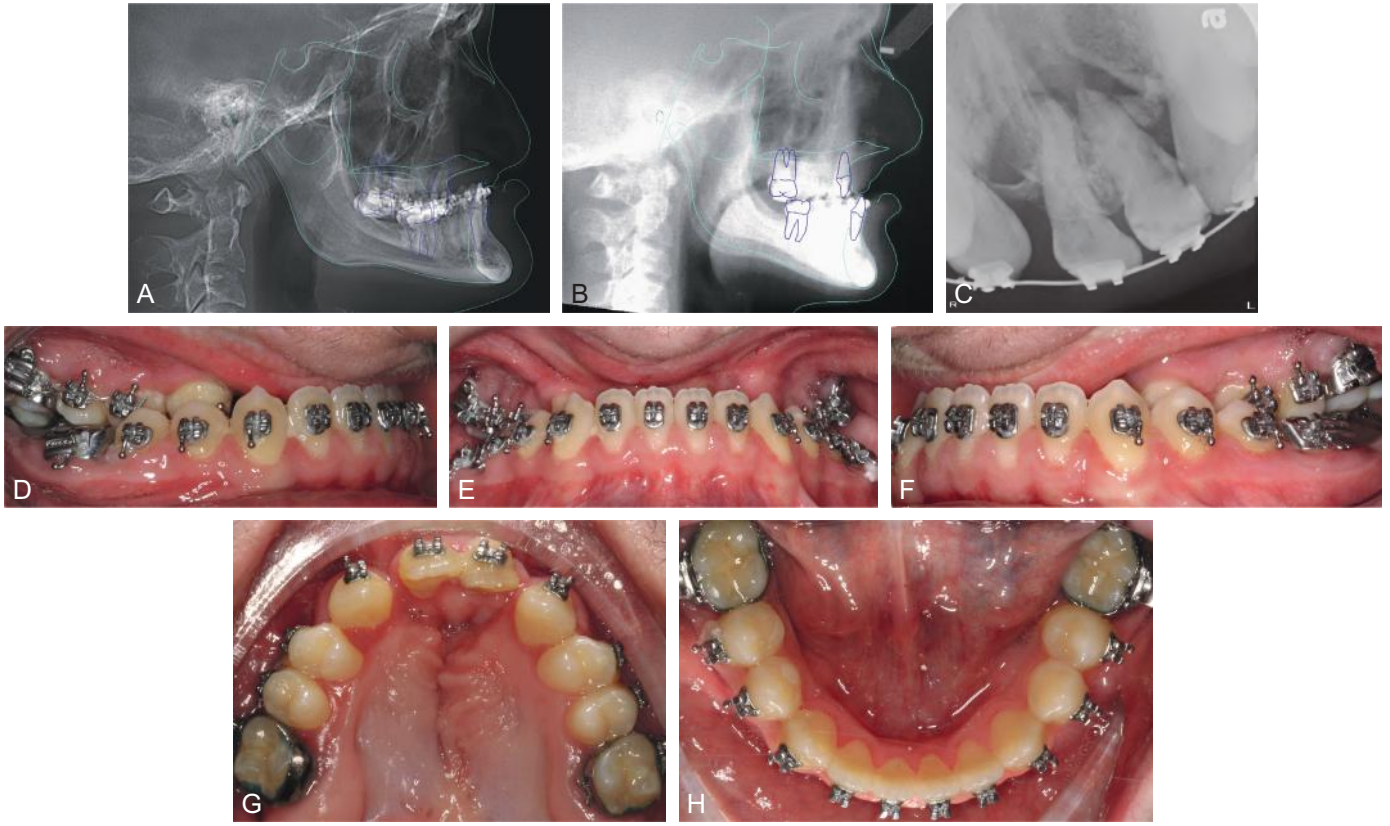
Sabit parsiyel protezler. Eksik lateral diş boşluğu korunmuş ya da boşluk oluşturulmuşsa, bu boşluğun protezle rehabilitasyonu endikedir. Sabit parsiyel protezler (köprüler), daha önce greft uygulanmış ve yarık bölgesinde yalnızca bir diş eksikliği bulunan hastalar için uygulanabilir seçeneklerdir. Yarık bölgesine komşu dişlerde çürük veya morfolojik bozukluk bulunan hastalar sabit parsiyel protezden fayda görebilirler (Şekil 15.26). Köprü dayanak dişlerin periodontal olarak sağlıklı olması ve yarık bölgesini köprüleyen sabit protezin uzun dönem stabilitesinin sağlanabilmesi için alveolar greftin iyi şekilde konsolide olmuş olması gerekir. Yarık bölgesine komşu dişler sağlam ve normal şartlarda kuron gerektirmeyecek durumdaysa, sabit parsiyel protez ideal bir seçenek olmayabilir. Bu gibi olgularda, komşu dişlerin mine dokusunda geniş çaplı bir reduksiyon gerektirmeyen Maryland köprüsü gibi rezin bağlı köprüler uygun bir alternatif olabilir. Alveolar kemik grefti başarısız olmuş ya da hiç uygulanmamış ve premaxilla segmentleri hareketli olan hastalarda, sabit bir parsiyel protezle yarık bölgesinin köprülenmesi, maksilla segmentlerinin instabilitesi nedeniyle dayanak dişlere aşırı yük binmesine, bunun sonucunda da protezde kırılma veya çatlamalara neden olabilir. Bu gibi durumlarda, hareketli parsiyel protez uygulamaları daha uygun bir alternatif olabilir.

Hareketli parsiyel protezler. Hareketli parsiyel protezler, birden fazla diş eksikliğinin rehabilitasyonu, uzun dişsizlik bölgelerinin restore edilmesi, rezidüel palatal fistüllerin eş zamanlı obturasyonu veya başarısız alveolar kemik grefti vakalarında oluşan büyük defektlerin doldurulması gibi durumlarda daha uygun bir seçenektir (Bkz. Şekil 15.24). Hareketli parsiyel protezin akrilik parçası, gingival-osteal defekti örtmekte ve üst dudak desteğini artırmaktadır. Akrilik esaslı hareketli parsiyel protezler, genç hastalarda nihai protetik rehabilitasyon öncesi maliyet açısından geçici diş eksikliği tedavisi için idealdir. Ortodontist, hareketli parsiyel protezin sınırsız yerleşim yolu, fonksiyonel oklüzyon ve estetik uyum sağlayabilmesi adına, aradaki diş boşluklarının en uygun şekilde dağılımını belirlemek üzere protodontist veya restoratif diş hekimi ile birlikte çalışmalıdır.

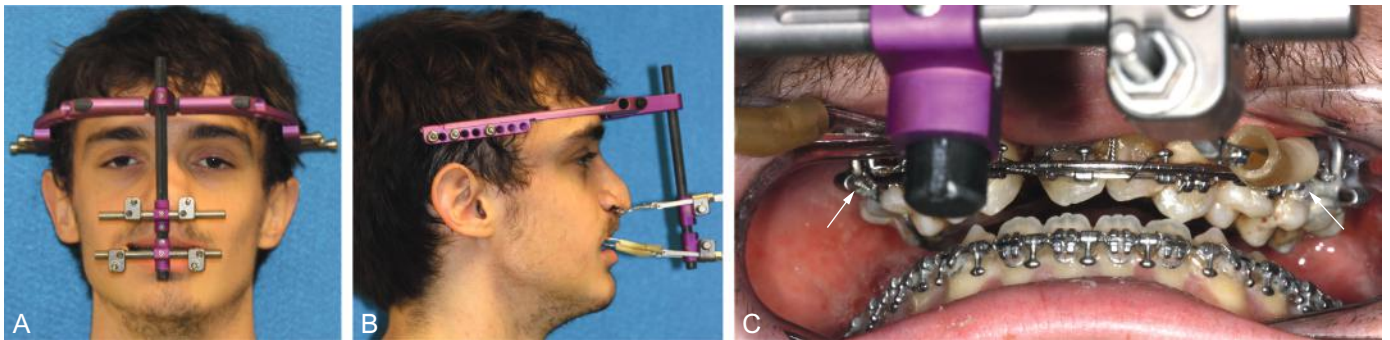
Endosseöz implantlar. Endosseöz implantlar, genellikle tek bir diş eksikliğinin bulunduğu, komşu dişlerin sağlıklı olduğu ve alveolar kemik hacminin yeterli olduğu durumlarda, dişsiz yarık bölgesinin rehabilitasyonu için etkili bir şekilde kullanılabilir.¹⁶⁷⁻¹⁷⁰ (Bkz. Şekil 15.19). Yarık dudak ve damak hastalarında tek diş implantlarıyla elde edilen estetik sonuçlar, klinisyenler tarafından değerlendirildiğinde, yarık olmayan hastalara kıyasla genellikle daha düşük bulunmuştur.¹⁷⁰ Bu durum, interdental papilin kısa veya mevcut olmaması ile restore edilen lateral dişin, karşıt ve komşu dişlere kıyasla daha uzun klinik kuron uzunluğuna sahip olmasıyla ilişkilidir. Mimik sırasında skar dokusuna sahip üst dudanın sınırlı hareketi, estetik bölgedeki yumuşak doku farklılıklarını gizler. Buna rağmen, hasta memnuniyeti yarık olmayan hastalarla benzer düzeydedir.¹⁷⁰ Implantlar, özellikle maksillada birden fazla eksik veya kaybedilmiş kesici dişin yerine konulmasında sabit parsiyel protezler için dayanarak kullanılabilir (Şekil 15.27).

Implantlarla dişlerin rehabilitasyonu, ortodontist, ağız cerrahı ve prostodontist ya da restoratif diş hekimi arasında dikkatli bir tedavi planlamasını gerektirir. Ortodontist, dişsiz bölgeye komşu dişlerin köklerinin dikey konumda ve birbirine paralel olduğundan emin olmalıdır; bu, cerrahın endosteal implantı komşu köklere zarar vermeden yerleştirilmesini sağlar. Dişler arasında optimal boşluk dağılımı ve dikey ilişkiler sağlanmalı; bu, restorasyonların oklüzyon ve estetik açısından ideal olmasına olanak tanır. Ayrıca prostodontist; keratinize mukoza miktar ve kalitesi, alveolar kemik kretinin yüksekliği, alveolar kemik kalınlığı ve komşu dişlerin kök yüzeyleri arasındaki mesafe gibi faktörleri göz önünde bulundurur.¹⁷¹ Bu değerlendirme ideal olarak klinik muayene ile ve KIBT görüntülerinin ayrıntılı analiziyle yapılmalıdır.

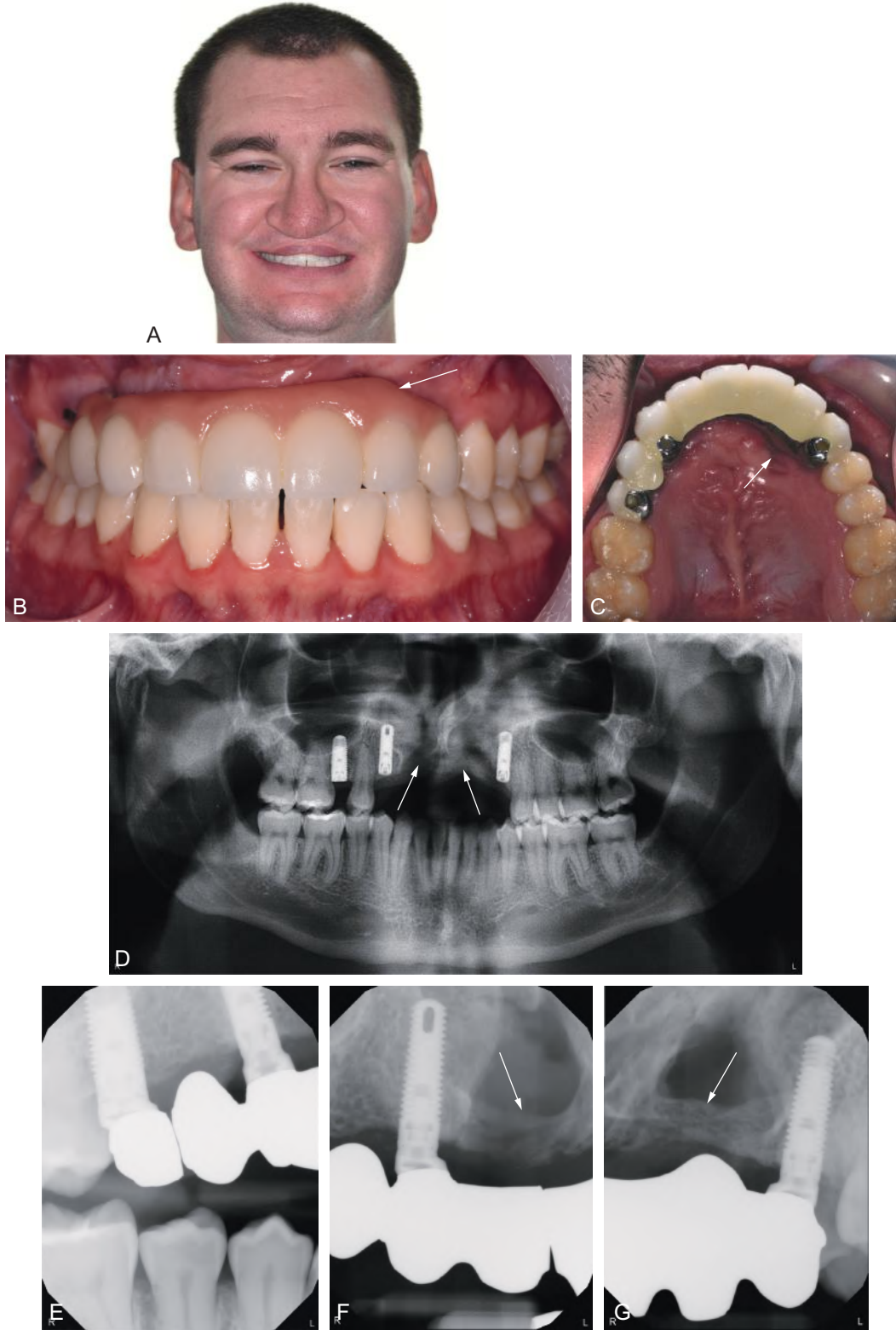
Ortodontik tedavisini tanımlayan ergen hastalar için, dental implant uygulamasının hastanın hem sagittal hem de vertikal büyümesini tamamlamasının ardından gerçekleştirilmesi önerilmektedir.^{172,173} Bunun nedeni, çocuk ya da ergen birey büyüme devam ettikçe komşu dişler ve alveol dikey olarak gelişirken, endosseöz implantın ankilozlu bir diş gibi davranmasıdır; bu durum implant üstü kronun zamanla komşu



Şekil 15.21 Şekil 15.20'de gösterilen aynı hasta, şimdi 19 yaşında ve ortognatik cerrahiye hazır. A, Maksimum interkuspantasyonda alınan sefalogram, şiddetli maksiller vertikal hipoplaziye bağlı olarak mandibular derin kapanışı göstermektedir. B, Non-oklüzyonda, istirahat pozisyonunda alınan sefalogram. Cerrahi plan, maksillanın öne ve aşağıya doğru ilerletilmesi amacıyla rijit eksternal distraktör (RED) cihazı ile distraksiyon osteogenezini içermektedir. Şiddetli maksiller vertikal hipoplazi nedeniyle hasta internal distraktörler için uygun bir aday değildir. C, Oklüzal radyografide maksiller santral dişlerin zayıf kemik desteği doğrulanmaktadır. Bu dişlerin korunması ve maksiller ark teline dahil edilmesi, distraksiyon süresince ark formunun stabilitesini sağlayacaktır. D, E, ve F, Ortognatik cerrahiden hemen önce, oklüzyonda alınan ağız içi fotoğraflar. G ve H, Oklüzal fotoğraflar, her iki arkta da yeterli hizalamayı göstermektedir.



Şekil 15.22 A, Şekil 15.20 ve 15.21'de gösterilen aynı hasta, şu anda maksiller distraksiyon osteogenezini geçirmektedir. B Cerrahi sırasında, maksiller osteotomi kesileri boyunca plaklar şekillendirilmiş ve her iki tarafta en az altı vida ile maksillaya sabitlenmiştir. Plakların ön kısmındaki deliklerden uzatılan teller, bilateral olarak burun kanatlarının yanından yapılan perkütan deliklerden dışarı çıkmaktadır. Aynı zamanda, maksiller labial arkta bilateral olarak çıkan teller de mevcuttur. Bu tel uzantıları, rijit eksternal distraktörün (RED) dikey barının alt kısmındaki yatay çubuklara yerleştirilmiş, ayarlanabilir vida sistemlerine bağlanmaktadır. C, Ağız içi görüntüde, maksiller labial arkın arka segmentlerinden çıkan tellerin (oklarla gösterilmiş) ön yatay bara doğru bilateral olarak uzandığı görülmektedir. Cerrahi kancalar, distraksiyon süreci boyunca çene hareketlerini yönlendirmek için kullanılan intermaksiller elastikleri desteklemektedir. Hasta vidayı günde iki kez çevirerek toplamda günlük 1 mm ileri yönlü distraksiyon elde etmektedir.



Şekil 15.27 A, Bilateral dudak ve damak yarığı onarılmış, alveolar kemik grefti uygulanmış ve kapsamlı ortodontik tedavi almış 25 yaşındaki bir erkek hastanın görünümü. İmplant destekli sabit parsiyel protez ile estetik bir gülümseme elde edilmiştir. B, Oklüzal intraoral fotoğrafta, pozitif overbite ve overjet sağlandığı görülmektedir. Özellikle sol yarık bölgesinde alveolar kemik kretinin yüksekliğini telafi etmek amacıyla pembe porselen (ok) kullanılmıştır. C, Oklüzalden, 14, 13 ve 11 bölgelerinde yerleştirilen implantlarla desteklenen, metal altyapılı porselen köprü izlenmektedir. Metal altyapı, sol taraftaki rezidüel palatal fistülün kapanmasına da yardımcı olmaktadır (ok). D, İmplant yerleştirilmesi sonrası alınan panoramik radyografide, maksiller kesici diş bölgesinde yüksek alveolar kret seviyesi görülmektedir (oklar). E, F, ve G, Periapikal radyograflarda, restorasyonu tamamlanmış maksiller implantlar izlenmektedir. 15 no'lu diş 8 üyeli sabit protez planlaması kapsamında çekilmiştir. Yarık bölgelerinde bilateral alveolar kemik köprüleri izlenmektedir (oklar).

Tedavi İlkeleri: Sonuç Ve verimliliği Dengede Tut

Padhraig S. Fleming and Peter Miles

Çeviri: Dr. Seden Akan Bayhan

İÇİNDEKİLER

Giriş, 345
Risk ve Fayda Değerlendirmesi, 345
Ortodontik Planlama ve Estetik, 346
Ortodontik Planlama ve Diş Sağlığı, 349
Süreç, Deneyim ve Sonuç, 350

Tedavi Süreci ve Deneyim: Sonuçla
İlişkilendirilmesi, 350
Verimliliği Arttırma: Tedavi Planlaması ve
Mekanikler, 351
Sabit Aparey Ataşmanları, 351

Cerrahi Olmayan ve Cerrahi Yardımcı
Prosedürler, 351
“Kısa Dönem” Ortodonti, 351
Tedavi İlkeleri: Stabilitate Planlaması, 351
Sonuç, 353
Kaynaklar, 353

GİRİŞ

Ortodonti, son yıllarda sürekli bir gelişme ve iyileşme sürecindedir. Son yirmi yıl, özellikle, apareylerin deneyim ve estetik açıdan iyileştirilmesine, tedavi sürelerini kısaltmak amacıyla cerrahi ve cerrahi olmayan işlemlerin kullanımını arttırmaya, uyum sorunlarını aşmaya yönelik yenilenen çabalara ve diş çekim ihtiyacını azaltma çabalarına damgasını vurmuştur.^{1,2}

Diğer sağlık uygulamalarında olduğu gibi, ortodonti de tedavinin potansiyel riskleri ve faydaları arasında denge kurmayı içermektedir. Tedavi riskleri genellikle küçüktür ancak nadiren de olsa, özellikle diş sağlığında önemli bozulmalara yol açabilmektedir. Bu bağlamda, ortodontik tedavi planlamasının zorlayıcı olduğunu, yüz ile oklüzyonun birlikte değerlendirme ihtiyacını, büyüme ve gelişimin sonuçlarını ve bunların tedavinin üzerindeki etkisiyle olan bağlantısını vurgulamak önemlidir. Dahası, tedaviye dayalı sağlık hizmeti kararları bazen ikili olabilirken, ortodontik planlama her zaman uygulanabilir bir dizi tedavi seçeneğini değerlendirmeyi gerektirir. Ayrıca, ideal, uzun vadeli sonuçları korumak için uzun dönem retansiyonun gerekliliği giderek daha fazla kabul görmektedir.

Optimum uzun dönem sonuçlar için plan yapma ve hastaları aktif tedaviyle ilgili riskler, faydalar, etkiler ve sonuçlarla ilgili bilgilendirme potansiyeli önemlidir. Ayrıca, tedavi sonuçlarının muhtemel stabilitesini tanımlama ve hastaya iletme ihtiyacı ile tedaviye bağlı değişiklikleri korumak için retansiyon gereksiniminin önemli olduğu açıktır.

RİSK VE FAYDA DEĞERLENDİRMESİ

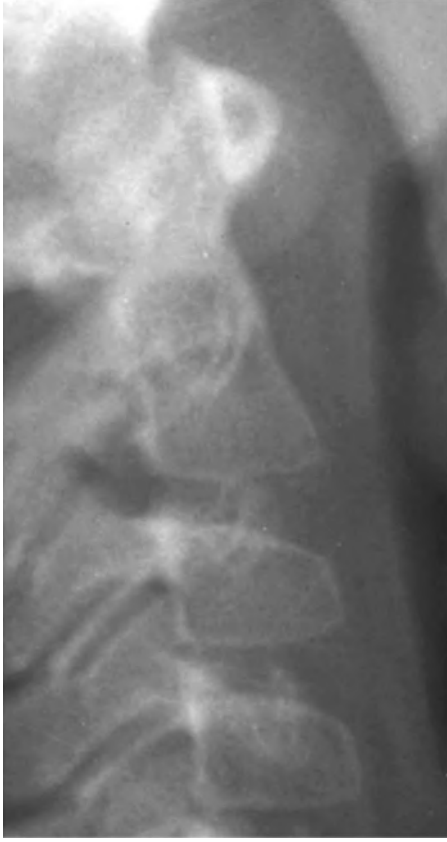
Ortodontinin popüleritesinin ve erişilebilirliğinin artması, tedaviyle ilişkili olası fayda ve risklere ilişkin çok sayıda iddiayı da beraberinde getirmiştir. Örneğin, hava yolu artışına ilişkin iddialar ortaya atılmış,

ancak bunlar, ortodontik çekimlere bağlı yan etkilere ilişkin diğer iddialar ile dengelenmiştir. Herhangi bir tıbbi veya dental müdahalenin, ilişkili riskler ve faydalar göz önünde bulundurularak, öngörülebilir bir şekilde gerçekleştirilmesi önemlidir. Ortodontik tedavinin estetikte iyileşme, ark içi ve arklar arası ilişkilerin düzeltilmesiyle sonuçlandığı yönünde güçlü kanıtlar vardır. Bu yadsınamaz değişimlerin dolaylı etkileri ise biraz daha belirsizdir; bu nedenle, doktorların ve hastaların tedavinin faydalarının yanı sıra, diş sağlığına olası etkileri ve tedavinin stabilitesi konusunda da bilinçli olmaları önemlidir. Ayrıca, klinik olarak en ideal oklüzyonu elde etme çabası ile beyaz lezyonlar, kök rezorpsiyonu veya diş eti çekilmesi gibi iyatrojenik hasar risklerini sınırlama arasında da kurulması gereken önemli bir denge vardır.

Sosyal olarak kabul görmüş normlardan sapan maloklüzyonların olumsuz izlenimler ve yorumlar çekebileceği konusunda hiç şüphe yoktur; diş estetiği daha yüksek sosyal sınıf, zekâ ve akran grupları arasında popülerlikle ilişkilendirilmiştir.^{3,4} Ortodontik tedavinin diş ve gülümseme estetiği açısından yararları, genel yüz estetiği üzerindeki etkileri tartışmasıdır. Bu durum, hem ergen hem de yetişkin nüfus arasında tedaviye duyulan ilginin artmasına yol açmıştır.⁵ Estetik değişikliklerin genel sağlık üzerindeki etkileri tartışmalıdır; ancak sağlığın “yalnızca hastalığın yokluğu değil, tam bir fiziksel, zihinsel ve sosyal iyilik hali”⁶ olduğu kabulüne dayanarak, bu estetik iyileşmenin genel refahın iyileştirilmesinde çok önemli etkileri olabileceği ileri sürülmektedir. Ayrıca ağız sağlığı, “bireylerin istedikleri sosyal rolü sürdürmelerine olanak tanıyan, rahat ve işlevsel bir diş yapısı” ile karakterize edilmektedir.⁷ Yine, ortodontik tedavi, uygun hastalarda bu ideale yaklaşmak için kullanılabilir.

Bunlarla birlikte, şiddetli maloklüzyon zorbalık ve alay konusu olma⁸, Ağız Sağlığı ile İlgili Yaşam Kalitesini (OHRQoL), sosyal ve duygusal refahı etkileme potansiyeline sahiptir.⁹⁻¹¹ Overjet artışı ile üst kesici dişlerde travma riski arasında da bir bağlantı vardır.¹²⁻¹⁴ Hem ek-

dir.¹⁶² Daha ileri evrelerde (örneğin CS-3, CS-4) RME ile kombine yüz maskesi tedavisi uygulandığında, daha az iskeletsel ve daha fazla dentoalveolar adaptasyon gözlenmektedir. İkinci servikal evre (CS-2), ikinci servikal vertebra'nın (odontoid çıkıntı) alt sınırı boyunca bir çentik bulunmasıyla karakterizedir. Üçüncü ve dördüncü vertebral



Şekil 17.2 Birinci Servikal Vertebra Matürasyon Evresi (CS-1). Üç servikal gövdenin alt sınırlarının girintili olmadığını, düz veya hafif dışbükey olduğuna dikkat edin.

gövdelerin alt sınırları düz kalır (Bkz. Şekil 17.4). Genellikle hem C3 hem de C4 trapezoid şeklini korur ve yine bir peynir dilimi görünümüne sahiptir. CS-2, “hazırlık evresi” olarak kabul edilebilir, çünkü bu evrenin belirgin hale gelmesinden itibaren yaklaşık 1 yıl içinde mandibular büyümenin zirve döneminin başlayacağı kabul edilir.

Üçüncü servikal evre (CS-3), C2 ve C3'ün alt sınırlarında çentiklenme ile karakterizedir. C4 düz kalır (Bkz. Şekil 17.5). C3 ve C4'ten en az biri hâlâ trapezoidal şeklini korurken, diğeri daha yatay dikdörtgen bir şekil alabilir. Bu evrede, maksimum kraniyofasiyal büyüme hızının gerçekleşmesi beklenir. Evreler arasındaki farkın kademeli olduğu, ani olmadığı unutulmamalıdır, bu nedenle bir bireyin “geç CS-3”, “erken CS-4” veya “CS-3/4 evresinde” olduğu, üçüncü ve dördüncü vertebraların geçişsel morfolojisine bağlı olarak söylenebilir.

Dördüncü servikal evre (CS-4), tüm vertebral gövdelerin alt sınırlarında çentikler bulunmasıyla tanımlanır, ancak burada en önemli faktör C3 ve C4'ün şeklidir (Bkz. Şekil 17.6). Bu evrede, her iki vertebral gövde de trapezoidal yerine yatay dikdörtgen bir şekil alır. Bu evre, her iki vertebra'nın da iyi bilinen bir kalıp olan sabun kalıbı şeklini alması nedeniyle *sabun kalıbı evresi* olarak hatırlanması en kolay evredir (Bkz. Şekil 17.7). Bu evrede, kraniyofasiyal büyümenin devam etmesi beklenir, ancak CS-3 evresinde gözlemlenen daha düşük bir hızda gerçekleşir.¹⁶³ Bu matürasyon evresinde, eksik bir maksiller lateral kesici dişi yerine koymak için endosseöz implant yerleştirmek uygun olmayacaktır, çünkü gelecekte daha fazla büyüme beklenmektedir.

Beşinci servikal evre (CS-5), CS-4'ten C3 ve C4'ün şekillerine göre ayırt edilir; bu vertebral gövdeler kare şeklini alır (Bkz. Şekil 17.8). Tüm servikal gövdelerde çentikler bulunduğundan, çentiklerin varlığı artık diferansiyel tanıda önemli bir faktör değildir. Bu evreyi hatırlamanın en kolay yolu, vertebra gövdelerinin artık ABD'de yaz kampı ateşlerinde yaygın olarak görülen yumuşak beyaz marşmelovlara benzemesi nedeniyle *marşmelov evresi* olarak adlandırılmasıdır (Bkz. Şekil 17.9). Bu evreye ulaşıldığında, en önemli kraniyofasiyal büyüme büyük ölçüde tamamlanmıştır. Hasta, estetik bölgede endosseöz implant yerleştirilmesi veya çene cerrahisi için değerlendirmeye alınabilir. Bununla birlikte, CVM evrelerinin burada faydalı olduğu kabul edilse de önemli kraniyofasiyal büyümenin devam edip etmediğini belirlemenin altın standardı, 6 ila 12 ay arayla çekilen iki lateral kafa filminin değerlendirilmesidir.



Şekil 17.3 Servikal vertebra gövdeleri C3 ve C4 genellikle trapezoidal bir şekle sahiptir ve burada gösterildiği gibi bir peynir dilimine benzer görünür.

Sınıf II maloklüzyonların tedavi zamanlaması, Sınıf I ve Sınıf III maloklüzyonlar için daha önce açıklananlardan önemli ölçüde farklıdır. Sınıf III maloklüzyonlarda ve diş-boyutu/ark-boyutu uyumsuzluğu olan birçok durumda erken müdahaleyi olumlu şekilde önermemize karşın, mandibular iskeletsel geriliğin de eşlik ettiği Sınıf II maloklüzyonlu hastalarda fonksiyonel çene ortopedisi uygulanmadan önce sirkumpubertal büyüme dönemine (yani servikal evre CS-3) kadar beklemeyi genellikle öneriyoruz. Hem klinik hem de deneysel çalışmalar, fonksiyonel aparey tedavisinin sirkumpubertal büyüme dönemi sırasında başlatıldığında mandibular büyüme yanıtının daha fazla olduğunu göstermiştir.^{148,164-166} İdeal olarak, fonksiyonel aparey tedavisini (örneğin, Herbst, Twin Blok, mandibular anteriorda konumlandırıcı aparey [MARA], Bionator veya Fränkel Fonksiyon Regülatörü [FR-2]) daimi dişlenmenin hizalanması amacıyla doğrudan bir sabit aparey tedavisi fazı izlemelidir.

Rutin Sınıf II intermaksiller elastiklerinin kullanımının yanı sıra, erken daimi dişlenme döneminde (Bkz. Bölüm 23) iki ana Sınıf II düzeltme apareyi kullanıyoruz. Bu iki aparey paslanmaz çelik kronlu Herbst apareyi ve zaman zaman kullanılan Pendex apareyidir.

Sosyal açıdan kısıtlayıcı maloklüzyonlar olarak adlandırdığımız duruma yol açan şiddetli nöromusküler ve iskeletsel problemlerle başvuran hastalarda, karma dişlenme döneminde tedaviye başlanması bazı durumlarda endike olabilir. Fizyolojik açıdan, işlevsel tedaviye maksimum yanıt alınabilmesi için tedavinin çevre pubertal büyüme dönemine kadar ertelenmesi daha uygun olabilir. Ancak, maloklüzyonun şiddetiyle ilişkili psikososyal sorunlar, daha erken müdahaleyi zorunlu hale getirebilir. Neyse ki, bu tür sosyal olarak kısıtlayıcı maloklüzyonlar nadir görülmektedir (Bkz. Bölüm 11).

Maksiller prognatizm ile başvuran Sınıf II hastalarında, tedavi zamanlaması hayati bir önem taşımamaktadır. Ekstraoral traksiyon, bu tür iskeletsel dengesizliklerin tedavisinde karma dişlenme ya da daimi dişlenme döneminde tatmin edici biçimde kullanılabilir;^{167,168} ancak hasta uyumuna daha az gereksinim duyan diğer protokollerin mevcut olması nedeniyle, Sınıf II düzeltiminde headgear tedavisi günümüzde daha seyrek kullanılmaktadır.

7 ila 9 yaş aralığında Sınıf II maloklüzyonları tespit edilen birçok hastada, öncelikle ark içerisindeki sorunları (örneğin, çapraşıklık, boşluklar, ileri eğim) gidermek amacıyla tedaviye başlanmaktadır; arklar arasındaki uyumsuzluklar ise daha sonraki aşamalarda ele alınmaktadır. Başka bir deyişle, Sınıf I hastalarında kullanılan aynı protokoller (örneğin, ortopedik genişletme, çekimler) diş boyutu/ark boyutu uyumsuzluğu bulunan Sınıf II hastalarında da uygulanabilmektedir. Ancak, hafif veya orta derecede Sınıf II sagittal problemi bulunan hastalarda mandibular yetersizliği düzeltme girişimi, sirkumpubertal büyüme dönemine kadar ertelenmesi en uygun yaklaşımdır.

DIŞ BOYUTU VE ARK BOYUTU UYUMSUZLUKLARININ TEDAVİSİ

Karma dişlenme döneminde en sık rastlanan maloklüzyon türü genellikle *çapraşıklık* olarak tanımlanmaktadır. Bu hastalar, ailenin diş hekimi tarafından yönlendirilerek veya ebeveynler tarafından belirgin dentoalveolar çıkıntı ya da daimi diş sürmesi için yetersiz alan nedeniyle konsültasyon talep edilerek ortodontiste başvururlar. Çoğu zaman, bu tür hastalar Sınıf I molar ilişkisi ile veya Sınıf II ya da Sınıf III maloklüzyona eğilim gösteren bir dental yapı ile ortodontiste başvururlar.

Daimi dişlenme döneminde, diş boyutu ve ark boyutu arasındaki uyumsuzluklar genellikle üç tedavi yöntemiyle ele alınır: çekim, interproksimal redüksiyon veya ark genişletme. Karşılaştırılabilir tedavi protokolleri karma dişlenme döneminde seri çekim ve ortopedik genişletme şeklinde uygulanır; interproksimal redüksiyon ise genellikle yalnızca daimi dişler için tercih edilir. Karma dişlenme döneminde diş boyutu/ark boyutu uyumsuzluğunu gidermeye yönelik ek yöntemler arasında boşluk yönetimi teknikleri (örneğin, leeway boşluğunun ko-

runması) yer alır; bu yöntemler, daimi dişlenme dönemindeki hastalar için uygun değildir.

Dişlenmenin Geçiş Döneminde Boşluk Koruma

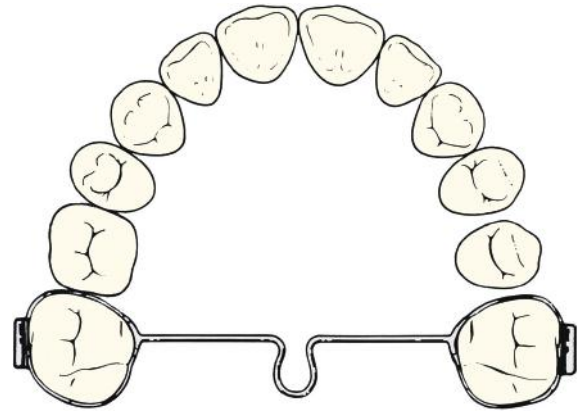
Karma dişlenme protokolünün ayrılmaz bir parçası, karma dişlenmeden daimi dişlenmeye geçişin izlenmesidir. İkinci süt molar dişleri ile onları takip eden ikinci premolar dişleri arasında önemli boyut farklılıkları bulunmaktadır.¹⁶⁹ Ortalama olarak, mandibular arkta her iki tarafta 2,5 mm, maksiller arkta ise her iki tarafta yaklaşık 2 mm'lik yer kazanılabilir. Bununla birlikte, hastalar arasında diş boyutlarında geniş bir varyasyon mevcuttur ve bu nedenle her hasta, ikinci süt molar dişlerinin ve onların ardıllarının göreceli boyutlarını belirlemek için panoramik radyografi veya konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) ile değerlendirilmelidir. Dişlenmenin değişim döneminde mevcut ark alanının korunması, özellikle daimi dişlenme tamamlandıktan sonra uygun interproksimal aşındırma uygulandığında, hafif ila orta dereceli diş boyutu ve ark boyutu uyumsuzluklarını gidermek için yeterli olabilir.¹⁷⁰

Geç dişlenme geçiş döneminde yer tutucu aparey olarak iki tip ark kullanılır: TPA ve LLA. Bu arklar genellikle ikinci süt molar dişleri kaybedilmeden önce yerine simante edilir.

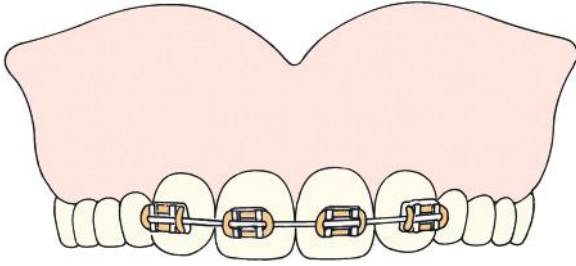
Transpalatal Ark

TPA, adından da anlaşılacağı gibi, bir maksiller birinci molardan başlayarak damak konturunu takip eden ve karşı taraftaki molara uzanan bir apareydir.¹⁹⁸ (Bkz. Şekil 17.11). Hem sabit hem de hareketli TPA türleri mevcut olsa da biz rutin olarak 0,036 inç paslanmaz çelik telden yapılan ve molar bantların meziolingual hat açılarında lehimlenmiş sabit TPA kullanıyoruz. Midpalatal yüksekliğinde, distale bakan omega şeklinde bir ayar halkası bulunmaktadır.

Karma dişlenme döneminde TPA'nın temel işlevi, ikinci süt molarlarının yerini ikinci premolarlar aldığı anda, maksiller birinci molarların mezial göçünü ve rotasyonunu önlemektir. İstenildiğinde, bu aparey ayrıca tek taraflı ardışık aktivasyonlar ile molar rotasyonları ve kök torkundaki değişiklikleri de sağlayabilir.¹⁹⁸ TPA ayrıca molar pozisyonunu stabilize etmek için de kullanılabilir ve genellikle ortodontik tedavinin son kapsamlı fazı tamamlanana kadar yerinde bırakılır. İlginç bir şekilde, TPA, çekimli vakalarda ankraj apareyi olarak etkili bir şekilde işlev görmez.¹⁷¹



Şekil 17.11 Transpalatal Ark. Bu ark, diş değişim sürecinde hem aktif bir aparey hem de stabilizasyon apareyi olarak kullanılabilir. İkinci süt molar dişinden ikinci premolar dişine geçişten sonra mevcut alanda oluşabilecek net artışa dikkat edin. (Adapted from McNamara JA Jr, Brudon WL. *Orthodontics and dentofacial orthopedics*. Ann Arbor, MI: Needham Press; 2001'den uyarlanmıştır.)



Şekil 17.23 Üst ön dişlerin kesici düzlemini hizalamak için braketlerin yerleştirilmesi, kesici dişlerin mezial hareketi ile daimi kanin dişleri için ek alan sağlanmaktadır. Ön bölgede boşluk mevcutsa, elastomerek zincir (gösterilmemiştir) kullanılabilir. (McNamara JA Jr, Brudon WL. *Orthodontics and dentofacial orthopedics*. Ann Arbor, MI: Needham Press; 2001'den uyarlanmıştır.)

ve alt bukkal segmentler linguale eğimli ise, RME öncesinde Schwarz apareyi ile alt arka dişleri dikleştirme faydalı olabilir. Bu konu, bir sonraki bölümde ele alınacaktır.)

Genişletmenin aktif fazı tamamlandıktan sonra, midpalatal sütürde ve genişleme ile etkilenen diğer sütüral sistemlerde kemiksel yeniden yapılanmanın sağlanması ve posterior ısırma blok etkisinin maksimize edilmesi için aparey ek olarak 5 ay daha yerinde bırakılır. Belirlenen sürenin sonunda, RME apareyi çıkarılır ve elde edilen sonucu korumak amacıyla hastaya hareketli bir plak verilir (Bkz. Şekil 17.22).

Maksillanın iki yarısının aktif genişletilmesi rutin olarak üst santal kesici dişler arasında bir orta hat diastemasi oluşturur. Aygıtın aktif genişletme döneminin ardından, genellikle maksiller santral ve lateral kesici dişlerin mezial eğilimi gözlemlenir. Bu tür spontan diş hareketleri RME sonrası tipik olup, bu hareketler hastalar ve ebeveynleri tarafından sıklıkla “relaps” olarak yorumlanmaktadır. Klinisyen, aileyi bu tür spontan diş göçlerinin olasılığı konusunda bilgilendirmelidir.

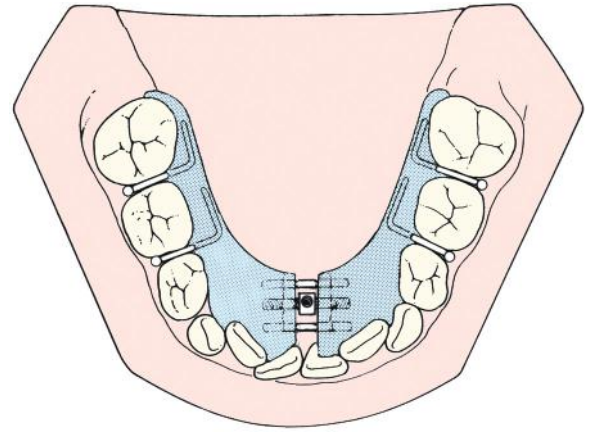
İstenen genişleme miktarına ulaşıldıktan birkaç ay sonra, üst kesici dişlerin üzerine braketler yerleştirilerek üst kesici dişler arasındaki kalan boşluklar kapatılır ve ön dişler hizalanırken daimi kanin dişleri için daha fazla alan yaratılır (Bkz. Şekil 17.23). Sınırlı bazı durumlarda, maksiller birinci molar bölgesindeki bukkal akrilik içine ark teli tüpleri entegre edilebilir. Daha sonra, hastanın bireysel ihtiyaçlarına bağlı olarak üst kesici dişleri retrakte etmek, intrüze etmek veya protraksiyon yapmak için bölümlü bir ark teli veya bir yardımcı ark kullanılabilir.

Mandibular Dişlerin Dikleştirilmesi, Genişletilmesi ve Boşluk Yönetimi Apareyleri

Mandibular Adaptasyonlar

RME başlamadan önce alt arkın “dekompanse edilmesi” (yani genişletilmesi, dikleştirilmesi), bonded RME apareylerini tek başına kullanma konusundaki ilk deneyimlerimizin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Bonded genişletici ile maksiller transvers boyutlarda beklenen değişiklikleri kolayca üretebildik, ancak alt diş arkını aktif olarak genişletmeye yönelik herhangi bir girişimde bulunmadık. Karma dişlenme dönemindeki hastalarda RME’yi 5 yıllık bir süre boyunca değerlendirdikten sonra, bazı hastalarda spontan dikleşme ve alt dişlerde “çapraşıklık”ın azalması gözlemlenirken, diğerlerinde alt dişlerin pozisyonu ve hizalanmasında herhangi bir değişiklik olmadığını keşfettik.

O dönemde ortodontinin temel kurallarından biri alt arkın genişletilmemesi olduğundan, bunu yapmaya isteksizdik. Bununla birlikte, alt arkta RME kullanılarak ara sıra genişleme veya dikleşme gözlemlendiği ve Fränkel’in FR-2 apareyi ile rutin olarak ark genişlemesi sağlandığı için,^{42,56-58} maksillayı ortopedik olarak genişletmeden önce hareketli Schwarz apareyi veya lip bumper kullanarak alt dental arkın ortodontik genişlemesini



Şekil 17.24 Alt çene dental dekompanzasyonu için kullanılan hareketli alt Schwarz apareyi. Bu aparey, alt arka dişlerde ortodontik devrilme (dikleştirme) oluşturur ve anterior bölgede ek dental ark alanı yaratabilir. (McNamara JA Jr, Brudon WL. *Orthodontics and dentofacial orthopedics*. Ann Arbor, MI: Needham Press; 2001'den uyarlanmıştır.)

veya dikleşmesini denemeye karar verdik. Alt ark genişlemesinin ancak bu genişlemeyi maksiller ortopedik genişletmenin takip etmesi durumunda stabil olacağını varsaydık. Zamanla, hareketli alt Schwarz genişletici bizim tercih ettiğimiz bir aygıt haline geldi.

Schwarz Apareyi

Schwarz apareyi, mandibular diş arkının lingual sınırı boyunca oturan, at nalı şeklinde hareketli bir apareydir (Bkz. Şekil 17.24).^{198,199} Apareyin alt sınırı diş eti kenarının altına uzanır ve lingual diş eti dokusuna temas eder. Akrilik içerisine bir orta hat genişletme vidası yerleştirilmiş olup, ikinci süt molar dişlerinin her iki yanındaki interproksimal boşluklara yerleşen damla kroşeler bulunur.

Alt Schwarz apareyi, ön bölgede hafif ila orta derecede çapraşıklık bulunan hastalarda ve özellikle posterior dişlerin belirgin lingual eğim gösterdiği durumlarda endikedir. Aparey, haftada bir kez aktive edilir ve apareyin orta hattında 0,20 ila 0,25 mm genişleme sağlar. Genellikle aparey, kesici diş çapraşıklığının derecesine bağlı olarak yaklaşık 5 ay boyunca genişletilir ve ön bölgede 4 ila 5 mm’lik ark uzunluğu artışı elde edilir.

Alt süt molar dişlerinde ankiloz bulunan hastaların, hareketli alt Schwarz apareyi için uygun adaylar olmadığını unutmayın. Bu dişler kısmen bitişik alveolar kemiğe kaynaştığından, Schwarz apareyi aktive edildiğinde laterale hareket etmezler. Genellikle aparey “yukarı çıkar” ve gevşek bir şekilde oturur.

Klinisyenler, Schwarz apareyinin RME’den önce kullanılmasının altında yatan mantığı anlamakta sıklıkla zorlanmışlardır. Aşağıdaki örnek, bu tedavi kararının mantığını açıklamaktadır. Şekil 17.25A, klinik olarak kolayca tanınabilen ve genellikle RME ile tedavi edilen bilateral posterior çapraz kapanışın şematik bir gösterimidir. Bu örnekte, mandibular kemik tabanı ve dental ark normal geniştir ve posterior dişlerin açılması normaldir, ancak maksilla dardır.

Şekil 17.25B’de gösterilen örnek, maksiller daralma bulunan ancak aynı zamanda mandibular dentoalveolar “kompanzasyon” gelişmiş bir hastaya aittir (yani, alt dişlerin pozisyonları dar maksillanın boyutu ve şekli tarafından etkilenmiştir). Belirgin bir çapraz kapanış mevcut değildir. Maksiller genişlik Şekil 17.25A’daki ile aynı olmasına rağmen, alt posterior dişler daha lingual eğimde sürmüştür. Damak dar görünmektedir (bu örnekte, transpalatal genişlik 29 mm’dir) ve arklar konik bir formdadır. Hafif ila orta derecede alt kesici diş çapraşıklığı da mevcuttur (gösterilmemiştir). Bu tür bir hastada, hareketli

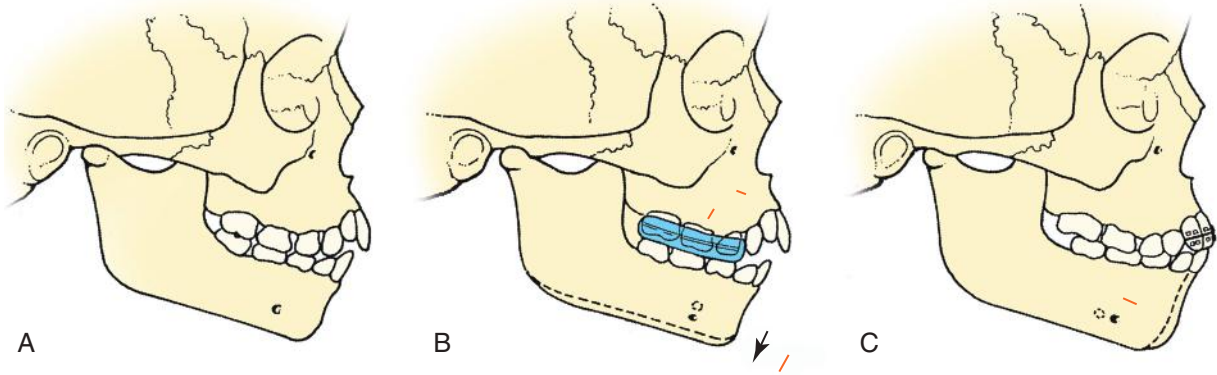
dından hareketli palatal plak ile stabilize edilmesi, okluzu bozarak bazı hastaların alt çenelerini hafifçe öne konumlandırmasını daha rahat hale getirmektedir. Bu durum, bukkal çapraz kapanış eğilimini ortadan kaldırırken aynı zamanda genel sagittal oklüzal ilişkiyi de iyileştirmektedir. Pek çok açıdan, dişlerin kendisi endojen bir fonksiyonel apaney gibi hareket ederek mandibular postürde bir değişikliği teşvik etmekte ve nihayetinde maksillomandibular oklüzal ilişkiyi değiştirmektedir.

Sınıf II eğilimi olan bir hastanın tedavisi Şekil 17.29'da gösterilmektedir. Şekil 17.29A, aşırı overjet ve dar bir maksillaya sahip Sınıf II eğilimli bir hastanın iskeletsel ve dentoalveolar yapılarının sagittal görünümünü göstermektedir. Bonded maksiller genişletme apaneyinin yerleştirilmesi, arka oklüzal yüzey örtücülüğü nedeniyle yüzün vertikal boyutunda hemen bir artışa neden olur (Bkz. Şekil 17.29B). Bu değişiklik, çoğu hasta için faydalıdır çünkü vertikal boyuttaki bu geçici artış,

genişletme süreci boyunca posterior dişlerin ekstrüzyonunu önlemektedir.¹⁹³ Bu tedavi ayrıca maksillanın yukarı ve hafifçe öne doğru yer değiştirmesine neden olabilir.

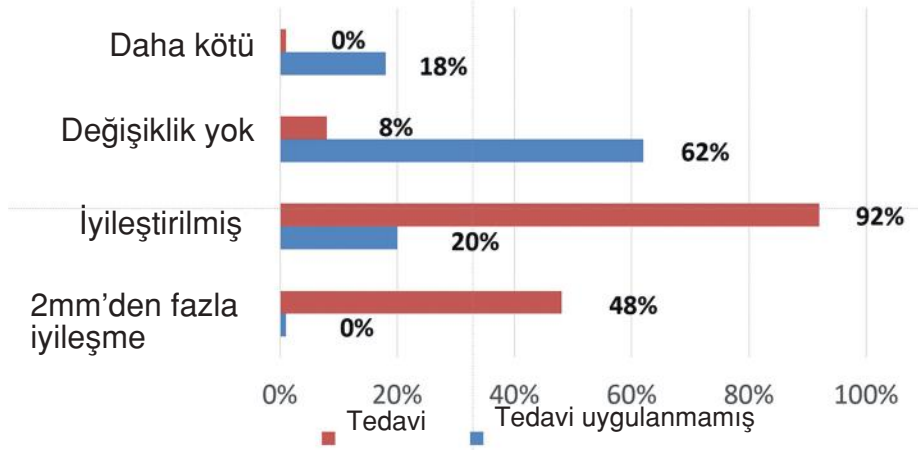
RME sonrası dönemde, hareketli bir palatal plağın kullanıldığı süreçte (Bkz. Şekil 17.29C), hastalar maksillanın aşırı genişletilmesi nedeniyle mandibularını öne doğru konumlandırmaktadır. Böylece, Sınıf II maloklüzyon eğilimi olan hastalarda kendiliğinden iyileşme aktif genişleme sürecinde değil, aksine koruyucu plağın kullanıldığı süre boyunca meydana gelmektedir.

Bu konunun önemine binaen, bu fenomeni araştıran iki prospektif klinik çalışma yürüttük. Guest ve ark.²⁰³, bonded genişletici ile tedavi edilen 50 Sınıf II veya başbaşa kapanış hastasının tedavi sonuçlarını, 50 eşleştirilmiş, tedavi edilmemiş Sınıf II bireyle karşılaştırmıştır (Bkz. Şekil 17.30). Yaklaşık 4 yıl arayla alınan seri sefalometrik filmlerin analizi, bon-

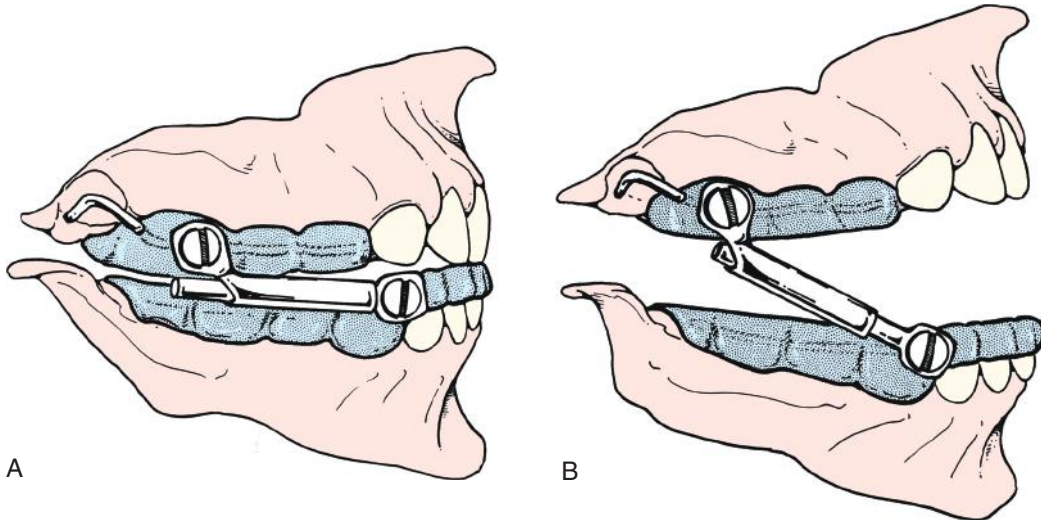


Şekil 17.29 Sagittal Maloklüzyonda Kendiliğinden İyileşmeye Yol Açan Olaylar Dizisi. A, Tedavi öncesi. Hastada aşırı overjet ve başbaşa molar ilişkisi bulunmaktadır. B, Apaneyin yerleştirilmesi, posterior oklüzal akrilik nedeniyle mandibulanın pozisyonunda aşağı yönlü bir rotasyon oluşturur. Tedavi süresince, maksillanın iskelet ve diş yapıları üzerinde intrüziv (ve hafif protrüziv) bir kuvvet oluşur. C, Genişletme sonrası dönemde, üst dental ark genişlemiştir. Alt çene, daha stabil bir oklüzal ilişki sağlamak için sıklıkla öne konumlandırılır—bu, öne fonksiyonel bir oklüzzyondur. Bu görselde, kesici hizalamayı kolaylaştırmak amacıyla üst ön dişlere braketter yerleştirilmiştir.

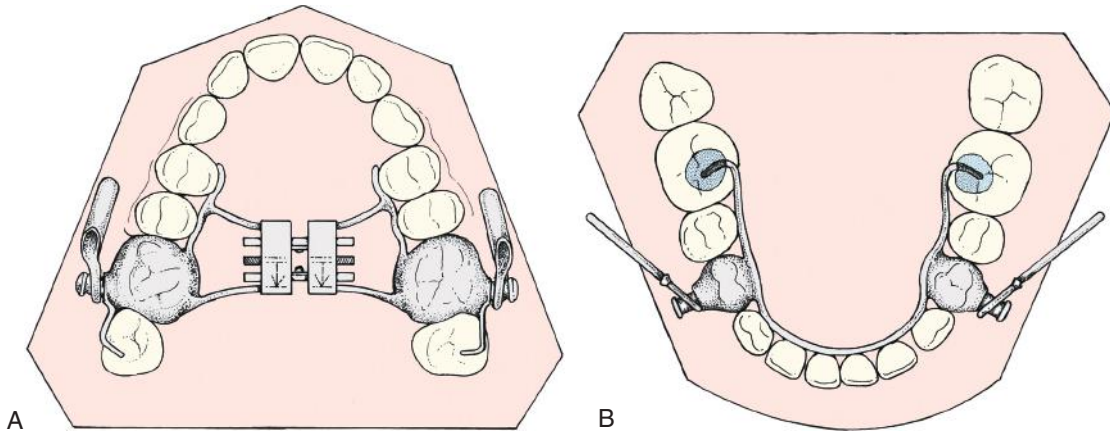
Molar ilişkideki değişiklik: T1 - T2 (Aralık 3,9 yıl)



Şekil 17.30 Erken karma dişlenmede genişletme sonrası Sınıf II molar ilişkisinde kendiliğinden iyileşmeye yönelik prospektif klinik çalışma. Hem tedavi hem de kontrol gruplarında 50 katılımcı yer almıştır. Analiz edilen iki lateral sefalometrik film arasındaki süre 3,9 yıldır. Kontrol grubunda neredeyse hiçbir değişiklik gözlenmezken, tedavi edilen grubun %92'sinde Sınıf I yönünde bir iyileşme gözlenmiş ve bunların neredeyse %50'sinde 2 mm veya daha fazla düzelme kaydedilmiştir. RME, Hızlı maksiller genişletme. (Guest SS, McNamara JA Jr, Baccetti T, Franchi L. Improving Class II malocclusion as a side-effect of rapid maxillary expansion: a prospective clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138:582-591'den uyarlanmıştır.)



Şekil 17.39 Herbst Kapanış Atlatma Mekanizması. Bu görselde, kapanış atlatma mekanizması, 3 mm kalınlığındaki splint Biocryl'den yapılmış hareketli akrilik splintler aracılığıyla dişlere sabitlenmiştir. A, Oklüzyonda. B, Ağız açık konumda.²³³



Şekil 17.40 Paslanmaz Çelik Kron Herbst Apareyi. A, Maksiller bölüm – Paslanmaz çelik kronlar üst birinci molar dişlere yerleştirilmiştir ve genellikle midpalatal bölgede hızlı maksiller genişletme vidası bulunmaktadır. B, Mandibular bölüm – Paslanmaz çelik kronlar alt birinci premolar dişlere yerleştirilmiştir. 0,036 inç paslanmaz çelikten yapılmış alt lingual tel, birinci molardan birinci molara kadar uzanmaktadır. Alt birinci molar dişlere bilateral olarak oklüzal dayanaklar yapıştirilmiştir ve ekstra dayanıklılık sağlamak için birinci molar kronlarını içeren alternatif bir tasarım seçeneği bulunmaktadır.

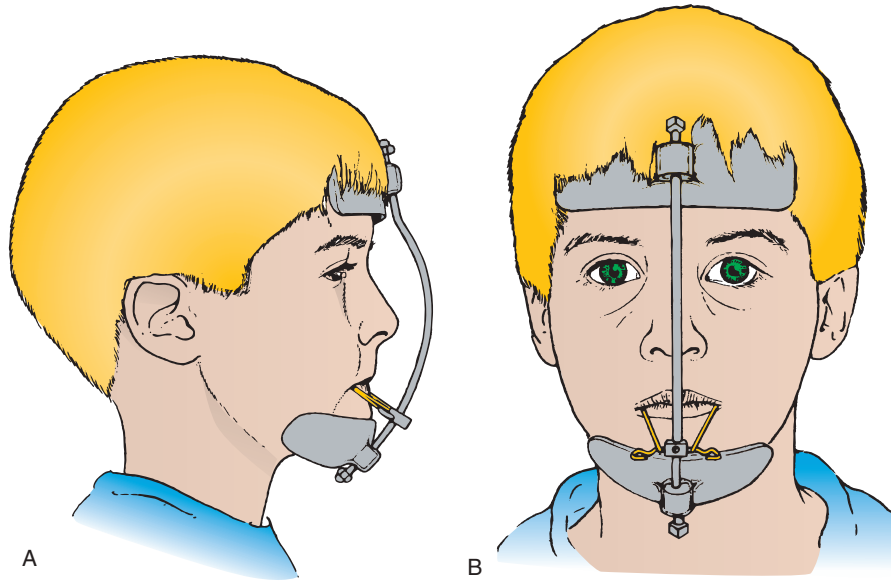
rilmiştir. Paslanmaz çelik kronları ankraj mekanizması olarak içeren tasarımlar, Dischinger,²³⁰ Smith,²³¹ ve Mayes²³² tarafından önerilmiştir.

Yıllar boyunca birçok farklı sabit Herbst apareyi türü kullandık; günümüzde tercih edilen versiyon, maksiller birinci molarlara ve mandibular birinci premolarlara yerleştirilen paslanmaz çelik kronları içermektedir (Bkz. Şekil 17.40). Rutin reçetemiz, premolarlara kadar uzanan lingual tellerle birlikte bir RME vidası da içermektedir. Ayrıca, hareketli akrilik splint tasarımı Herbst apareyi²³³ de kliniğimizde birkaç on yıldır başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Bkz. Şekil 17.39). Rogers tarafından tanımlanan bantlı Herbst tasarımı²²⁹ (Bkz. Şekil 17.41) birçok avantaj sunmaktadır. Özellikle, oklüzyona herhangi bir müdahalede bulunmaz, kusursuz bir şekilde yerleştirilmesi daha kolaydır ve apareyin çıkarılması zor değildir. Rogers, Herbst apareyinin en az 12 ila 18 ay arasında kullanılması gerektiğini ve tedavi sonunda Sınıf III olmasa bile en azından uç uca bir kesici diş ilişkisi elde edilmesi gerektiğini önermiştir.²²⁹ Ancak, bizim klinik deneyimlerimiz, Herbst tedavisinin süresinin, vakanın şiddetine ve hastanın tedaviye yanıtına bağlı olarak minimum 9-11 ay olması gerektiğini göstermektedir. Bu

sürecin ardından, oklüzyonu detaylandırmak için sabit ortodontik tedavi veya şeffaf plak tedavisi önerilmektedir.

Sabit ve hareketli Herbst apareyi tasarımları üzerine yapılan klinik çalışmalar, bu apareylerin hem iskeletsel hem de dentoalveolar adaptasyonlara neden olduğunu göstermektedir.^{212,234,235} Genel olarak, ergenlik dönemindeki bir Sınıf II hastada, tedavi etkisinin yaklaşık %50'si diş hareketlerinden kaynaklanmaktadır; bu hareketler öncelikle maksiller posterior dişlerin geriye ve yukarıya doğru hareketidir. Üretilen temel iskeletsel tedavi etkisi, kısa vadede mandibular büyümede bir artış olmasıdır (normal değerlere kıyasla 2,0–2,5 mm daha fazla büyüme).^{212,234-236}

Herbst apareyi tedavisi sonrası, büyüme dönemindeki çoğu Sınıf II hastasında Sınıf I molar ilişkisi sağlanabileceği kesindir. Bununla birlikte, klinik deneyimlerimiz, Herbst apareyinin karma dişlenme dönemindeki hastalar için en iyi tedavi seçeneği olmadığını göstermektedir. Karma dişlenme döneminde Herbst tedavisi görmüş hastalar, sabit ortodontik tedaviye başlamadan önce birkaç yıl boyunca takip ettiğimizde, başlangıçtaki maloklüzyona belirgin bir şekilde relaps eğilimi olduğunu gözlemledik. Bu bulgu, Pancherz ve Hägg²³⁷ gibi araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir.



Şekil 17.43 Petit Ortopedik Yüz Maskesi. A, Lateral görünüm. B, Frontal görünüm. Bu aparat, erken karma dişlenme dönemindeki hastalarda en iyi şekilde kullanılır ve ideal olarak tam zamanlı takılması gerekir, ancak pratikte okulda takılmamaktadır. Elastikler, üst birinci süt molar bölgesinde kancaların yerleştirildiği bonded maksiller splinte bağlanır. Elastik çekişinin yatay düzleme göre açısı, dikey ve yatay hareket miktarını etkiler. Oklüzyonu aşırı kapanmış hastalarda, elastiklerin aşağı yönlü açısı daha büyüktür. Aşırı dikey yüz yüksekliği olan hastalarda ise, çekiş Frankfort horizontal düzlemine daha paralel olacak şekilde yönlendirilir. En yaygın kullanılan açı, Frankfort horizontal düzlemine göre 15 ila 20 derece aşağı yönlü çekıştır.

yaygın kullanılan Sınıf III aparatıdır. Bu tedavi yöntemlerinin her biri, Sınıf III maloklüzyonlu hastalarda olumlu etkiler göstermiştir, ancak uzun vadeli sonuçlar değişkenlik göstermektedir. Ayrıca, düzeltme hızı ve kraniyofasiyal kompleksin etkilenen bölgeleri açısından önemli farklılıklar bulunmaktadır.

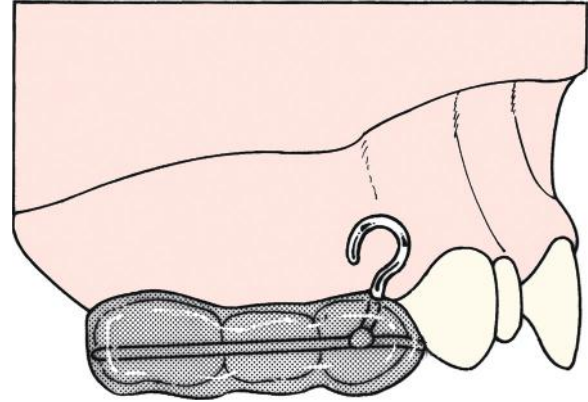
Aparey Seçimi

Ortodontik tedavinin temel aksiyomlarından biri, tedavi yaklaşımının iskeletsel veya dentoalveolar dengesizliğin (veya her ikisinin) spesifik doğasını hedef alacak şekilde tasarlanması gerektiğidir. Bu aksiyom, ergen veya yetişkin bir hastada Sınıf III maloklüzyonun düzeltilmesinde kullanılan spesifik cerrahi prosedür veya prosedürlerin seçimiyle örneklendirilmektedir.^{242,243} Sınıf II maloklüzyonu olan hastalarda da maksiller prognatizmin düzeltilmesinde ekstraoral traksiyonun kullanımı ve mandibular retrüzyonun düzeltilmesinde FJO'nun uygulanması ile bu aksiyom doğrulanmaktadır. Bu kurala bir istisna gibi görünen durum ise, gelişmekte olan Sınıf III maloklüzyonun önleyici tedavisi olabilir.

Ortopedik Yüz Maskesi

Daha önce tartışılan üç karma dişlenme dönemi tedavi stratejisi arasında, ortopedik yüz maskesi (Bkz. Şekil 17.43) en geniş uygulama alanına sahip olup, en kısa sürede en belirgin sonuçları üretmektedir. Bu nedenle, erken karma dişlenme veya geç süt dişlenme döneminde görülen çoğu Sınıf III hastası için tercih ettiğimiz standart aparat yüz maskesidir. Sınıf III maloklüzyonların karma dişlenme dönemindeki iskeletsel ve dental bileşenlerinin çeşitli kombinasyonları göz önüne alındığında, erken Sınıf III hastalarının büyük çoğunluğunda tek bir tedavi protokolünün uygulanması ilk bakışta keyfi ve çelişkili görünebilir.²⁴⁶ Buna ek olarak, Sınıf III hastalarının büyük bir yüzdesi gerçek maksiller yetersizliğe sahiptir ve çoğu zaman maloklüzyonun bir bileşeni olarak fonksiyonel anterior mandibular kayma sergiler.

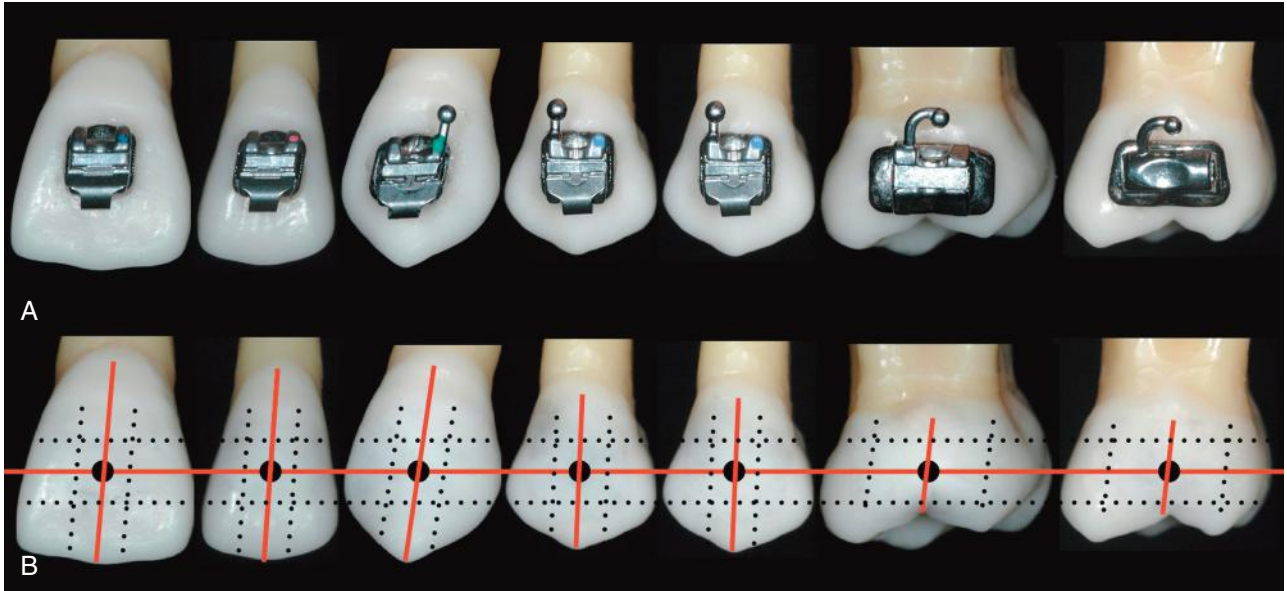
Ancak, ortopedik yüz maskesi ile yapılan müdahale oldukça erken bir yaşta gerçekleştirildiğinden, yüz maskesinin oluşturduğu tedavi



Şekil 17.44 Bonded Maksiller Akrilik Splint (Lateral Görünüm) ve Elastik Kancaları. Elastikler için kullanılan kancalar genellikle üst birinci süt molarlarının bitişiğine yerleştirilir. (McNamara JA Jr, Brudon WL. Orthodontics and dentofacial orthopedics. Ann Arbor, MI: Needham Press; 2001'den uyarlanmıştır.)

etkileri zamanla hastanın kraniyofasiyal büyümesine dahil olmaktadır. Önemli olan, bu aparat sisteminin, Sınıf III maloklüzyona katkıda bulunan hemen hemen tüm alanları (örneğin, maksiller iskeletsel retrüzyon, maksiller dentoalveolar retrüzyon, maksiller vertikal yetersizlik, mandibular prognatizm, azalmış alt anterior yüz yüksekliği) uygulanan kuvvet vektörlerini yönlendirerek değiştirmesidir. Bu nedenle, bu tedavi protokolü, maloklüzyonun spesifik nedeninden bağımsız olarak, gelişmekte olan çoğu Sınıf III hastasına etkili bir şekilde uygulanabilir.

Ortopedik yüz maskesi sistemi üç temel bileşenden oluşur: maskenin kendisi, bonded akrilik splint genişletici, ağır kuvvet elastikleri. Yüz maskesi (Bkz. Şekil 17.43), Petit²⁴⁷ tarafından modifiye edilmiş bir ekstraoral aparatıdır ve günümüzde çeşitli ticari formlarda temin edilebilmektedir (örn. Great Lakes Orthodontic Products, <https://www.greatlakesortho.com/>).



Şekil 19.2 A, Andrews tarafından açıklanan referanslar, yani fasiyal eksen (FA) noktası ve klinik kronların uzun eksenini boyuncaya sıralanmış tüm braketler. B'de, molarlar için klinik kronun uzun eksenini bukkal olmaktadır.

Tüpün meziodistal merkezinin FA noktasıyla uyumlu olması gerektiğinin farkında olmak önemlidir. Bazı üreticiler tüplerin meziodistal uzunluğunu azalttığından, ortodontistler tüpleri fazla meziale yerleştirmeye başlamış ve bu da molarların aşırı distal rotasyonuna neden olmuştur.

- **Üst lateral kesici:** Üst lateral kesiciler üçüncü molarlardan sonra boyut ve şekil açısından en fazla değişkenlik gösteren dişlerdir. Bu, bukkalden kronun uzun eksenini belirlemeyi zorlaştırır. Kesicinin lingual yüzüne bakmak için bir ayna kullanmak ve klinik kronun uzun eksenini lingualden bukkale doğru uzatarak belirlemek akılcı olacaktır.
- **Premolarlar:** Genellikle premolarlar, özellikle ikinci premolarlar, doğrudan görüş yetersizliği nedeniyle *bonding* sırasında zorluk yaratırlar. Bu durumda, FA noktasını ve klinik kronun uzun eksenini bulmak için oklüzal ve bukkalden bir ayna ile bakmak önerilir.

Her iki yazar da indirekt *bonding*, özellikle premolar ve molarlarda braketlerin daha iyi konumlandırılmasında önemli yardımcı olabileceğini, tedavi sırasında braketlerin pozisyonlarını iyileştirmek için ek ayarlamaları ve yeniden *bonding* ihtiyacını azaltabileceğini düşünmektedir.

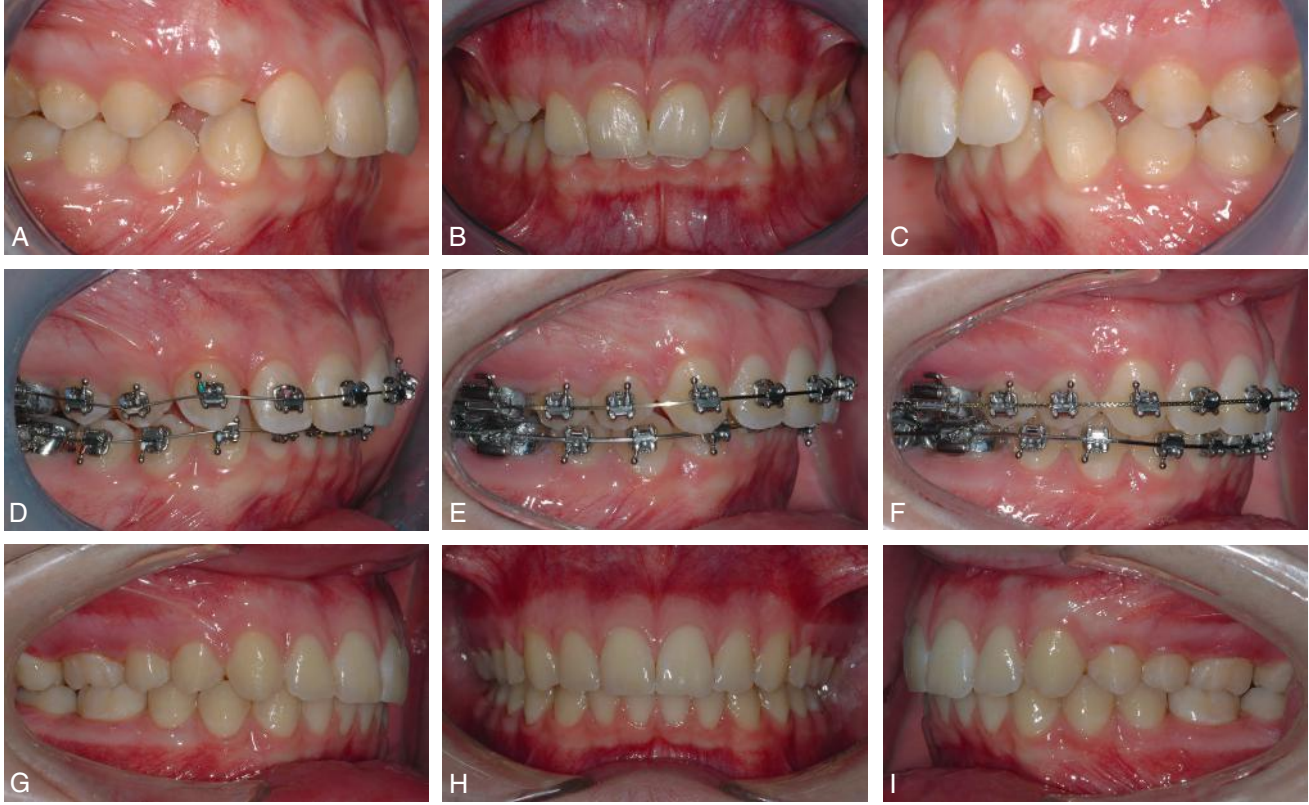
Tedavi Mekanikleri

Eğitici amaçlar için tedavi mekanikleri genellikle yazarların tercihine bağlı olarak üç ila yedi arasında farklı aşamalara ayrılmaktadır. Öğretirken basitlik önemlidir; bu nedenle, SWA ile ortodontik tedavilerimizde gerçekleştirilecek tüm mekanikler üç aşamaya ayrılabilir: 1. aşama, seviyeleme ve sıralama; 2. aşama, çalışma aşaması ve 3. aşama, bitirme aşaması.

Bu aşamaların her birinde meydana gelecek belirli diş hareketleri ve tedavinin bir sonraki aşamasına geçmeden önce ulaşılması gereken belirli hedefler vardır. Ortodontistin bu aşamaları takip etmesi durumunda hem tedavi sonucunun iyileşeceğini hem de verimliliğinin büyük ölçüde artacağını vurgulamak önemlidir. Aktif SLB'ler için tedavi mekanik aşamaları, ilgili tel sıralamalarıyla birlikte aşağıda sunulmuştur ve bu sıralama herhangi bir SWA'ya da uygulanabilir.

Aşama 1: Seviyeleme ve Sıralama

Seviyeleme ve sıralama, tüm kronların aynı anda ve farklı yönlerde hareket ettiği karmaşık bir işlemdir. Dişler seviyelendikçe ve sıralandıkça, aralarında resiprokal kuvvetler gelişir ve bu da hareketleri avantajlı bir şekilde yönlendirmede büyük bir yardım sağlayabilir. Yani mümkün olduğunda, diş hareketinin maksimum verimliliğini elde etmek için tüm dişler tedavinin başından itibaren tele bağlanmalıdır. Genellikle bu aşamada, 0,022 braketlerde şiddetli çapaşıklık için 0,014 inç veya orta ila hafif çapaşıklık için 0,018 inç gibi yuvarlak, küçük çaplı, termal olarak aktive edilen teller tercih edilir. Kesici dişlerin retrakte edilmesini gerektiren durumlarda, telin ikinci molar tüpünün arkasından kıvrılması (*cinched back*) veya telin istenmeyen şekilde hareket etmesini ve hastaya rahatsızlık vermesini önlemek için sıkıştırılabilir durdurucular yerleştirilmesi önerilir. Bu yuvarlak teller, bir sonraki tele geçmeden önce 8 ila 12 hafta kadar yerinde kalabilir; bir sonraki tel genellikle 0,020- × 0,020-inç termal-aktif bir teldir. Bu tel, 1. aşamadan 2. aşamaya geçiş teli olarak çok iyi çalışan düşük defleksiyonlu termal-aktif bir teldir. 0,020- × 0,020-inçlik tel, daha önce kullanılan yuvarlak teller ile çözülmemiş rotasyonların çoğunu düzeltir ve Spee eğrisini seviyelemeye başlamak ve dolayısıyla oklüzal düzlemi düzeltmek için daha fazla sertlik sağlar. Tedaviye, zamandan tasarruf etme ve tedavinin başından itibaren tork sağlama varsayımıyla dikdörtgen veya kare termal-aktif düşük defleksiyonlu bir telle başlamak kesinlikle önerilmez; çünkü bu, posterior ankraj kaybına neden olabilir. Bu durumun iki ana nedeni vardır: birincisi, pozitif labial kron torkuna sahip tek dişler maksiller santral ve lateral kesici dişlerdir ve ikincisi, maksiller ve mandibular kaninlerin mezial kron eğimi oldukça fazladır. Bu nedenle, eğer çapaşıklığı dikdörtgen veya kare bir tel ile çözerek tedaviye başlarsak, maksiller kesici dişlere labial kron torku ve kaninlere mezial kron eğimi uygulayarak, bu da arkın ön kısmındaki ankrajımızı artırarak arkın arka kısmındaki ankrajın kaybını kolaylaştıracaktır. Bu durum tedavi planının maksiller veya mandibular kesici dişlerin (veya her ikisinin) maksimum retraksiyonunu gerektirdiği durumlarda kritik öneme sahiptir. Bu vakalarda, 0,020 inçlik termal-aktif telin kullanımı 0,020- × 0,020-inçlik telden daha endikedir. Bu sayede tork sağlanmaz



Şekil 19.5 Oklüzal düzlemin 0,019- x 0,025-inçlik paslanmaz çelik tel üzerinde ters Spee eğrisi kullanılarak düzleştirildiği derin kapanış vakası. A–C, Başlangıç intraoral görüntüler. D, Seviyeleme ve sıralama için ilk tel. E, Düzeltimden önce ters Spee eğrisine sahip 0,019- x 0,025-inçlik paslanmaz çelik tel. F, Düzeltimden sonra ters Spee eğrisine sahip 0,019- x 0,025-inçlik paslanmaz çelik tel. G–I, Tedavi sonu intraoral görüntüler.

kaninlerde ve premolarlarda yapılan interproksimal aşındırma ile 4 ila 6 mm'ye kadar yer oluşturulabilir. Eğer 6 mm'den daha fazla boşluğa ihtiyaç duyuluyorsa, premolarların çekimi gerekebilir.

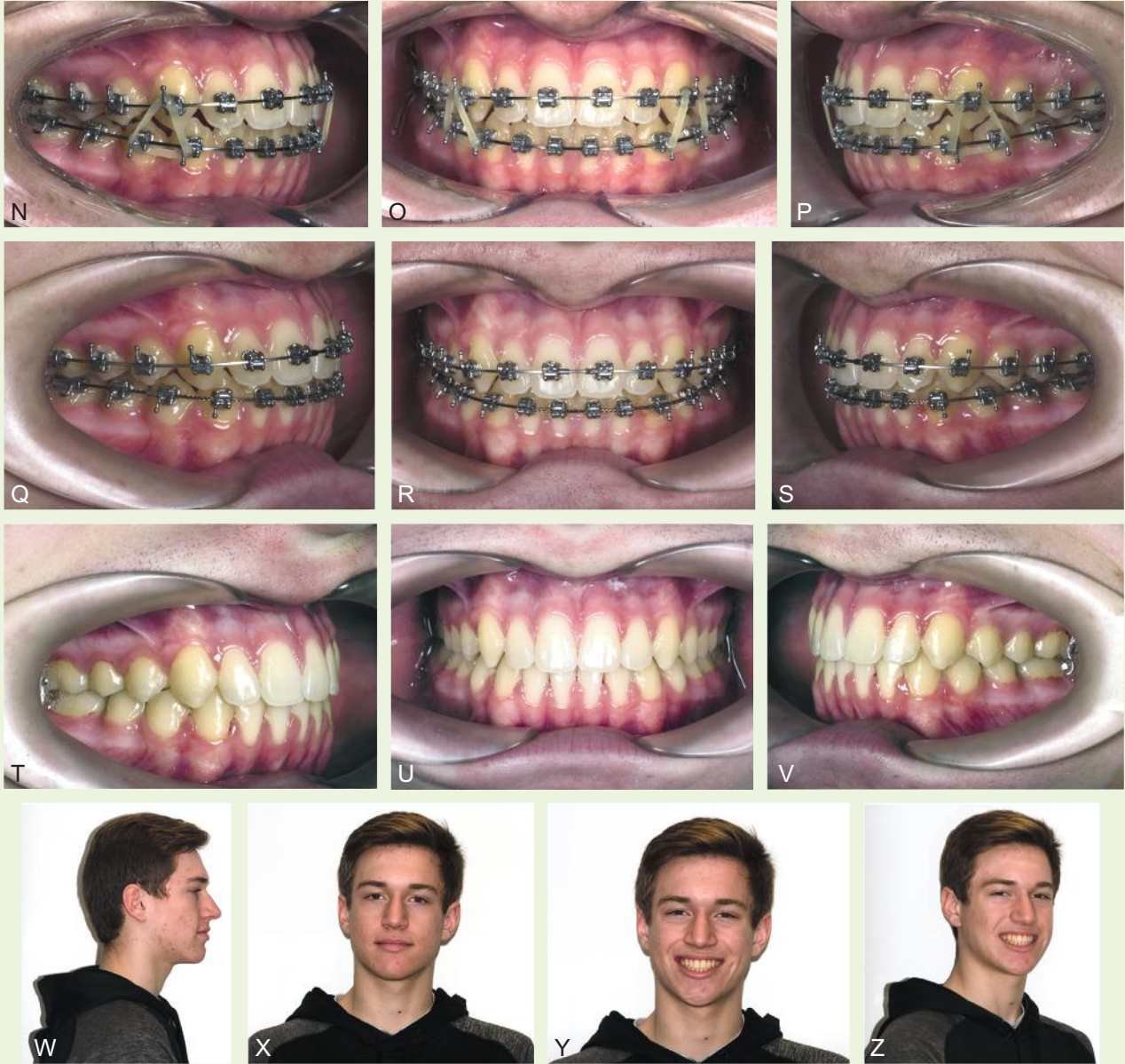
Overbite-overjet sorunlarını değerlendirirken dikkate alınması gereken bir diğer önemli faktör ise mandibula pozisyonudur. Genellikle, maksimum interkaspasyon (MIC) ile sentrik ilişki (CR) arasındaki farklar *overbite-overjet* ilişkisinde önemli farklılıklara neden olabilir. Bu, MIC'de normal bir *overbite-overjet* ilişkisi gibi görünen durumun CR'de ön açık kapanış olarak izlendiği Şekil 19.6'da açıkça görülebilir. Bu vakada, mandibula CR'de kapanış için rotasyona uğrarken, ikinci molarlarda bulunan birincil temas, kapanışı ön tarafta açık tutarak *overbite*'ı azaltır ve mandibulanın daha stabil bir oklüzal şema elde etmesini önler.

Son faktör, maksiller ve mandibular kesici dişlerin dudaklarla sagittal ve vertikal ilişkisidir. Açık kapanış durumunda, molarlar mı intrüze edilmeli yoksa kesiciler mi ekstrüze edilmelidir? Derin kapanış durumunda, maksiller kesici dişler, alt kesici dişler veya her ikisi birden mi intrüze edilmelidir? Bu temel ama çok önemli sorular, kesici dişlerin dudaklarla optimum ilişkisinin anlaşılmasıyla cevaplanabilir. Çağdaş estetik eğilimlere göre ve yaşlanma sürecini hesaba katarak, ergenler ve genç yetişkinler için dinlenme halinde maksiller kesici dişler üst dudağın en alt noktası olan üst stomionun yaklaşık 4 mm ötesinde bir görünüme sahip olmalıdır. Daha önce açıklandığı gibi, optimum bir fonksiyonel *overbite* yaklaşık 4 mm olmalıdır. Şimdi, son iki kavram bir araya getirilirse, alt kesici dişlerin kesici kenarı, üst dudağın en alt noktasıyla aynı seviyede olmalıdır. Bu nedenle, kesici dişlerde herhangi bir dikey değişiklik, yalnızca anterior rehberlikteki değişiklikler yoluyla fonksiyonu değil, aynı zamanda dişlerin görünme miktarı yoluyla estetiği de etkileyecektir. Ayala'nın "üst stomion konsepti" (Şekil 19.7) olarak açıkladığı bu ante-

rior fonksiyonel ve estetik referanslar, klinisyenin *overbite-overjet* sorunlarını düzeltmek için en iyi stratejileri belirlemesine yardımcı olacak ve ortognatik cerrahi yapılacak vakaların planlanması için özel önem taşıyacaktır.

Çekim boşluklarının kapatılması. Genellikle seviyeleme ve sıralamadan sonra kalan çekim boşlukları, tedavinin başlangıcındakinden daha küçüktür; çünkü bu bölümün önceki kısımlarında açıklandığı gibi başlangıçtaki çapraşıklık gidermek ve maksiller ve mandibular kesici dişleri dikleştirmek için boşlukların bir kısmı kullanılmıştır. Ayrıca, maksiller ve mandibular oklüzal düzlemler seviyelenmeli ve anterior altı diş tek bir üniteye birleştirilmelidir. Daha sonra, kalan boşlukları verimli bir şekilde kapatmak ve istenen fonksiyonel ve estetik hedeflere ulaşmak için ankraj gereksinimini belirlememiz gerekir. Bu, hangi dişlerin daha mezial veya distal olarak hareket ettirilmesi gerektiğini bilmemizi ve dolayısıyla uygun mekaniği seçmemizi sağlayacaktır. Ankraj gereksinimini belirlemenin en kolay yollarından birinin görsel tedavi hedefi (VTO) gerçekleştirmek olduğunu düşünüyoruz. VTO, hastanın sefalometrik çiziminin istenen tedavi bitim sonucunu elde etmek için değiştirildiği bir sefalometrik egzersizdir ve daha sonra her iki çizim üst üste getirilerek, bu sonucu elde etmek için gerçekleşmesi gereken hareketler görselleştirilebilir. VTO, belirli bir tedavi türünü belirleyecek veya uygulayacak bir formül veya denklem değil, daha ziyade diğer benzer vakalardan edindiğimiz deneyimi, hastanın tedavi sırasında göstereceği büyümenin bir tahminini, hastanın biyotipini ve yumuşak doku karakteristiğini vb. hesaba kattığımız bir egzersizdir, böylece vakalarımızda tedaviyi daha doğru bir şekilde planlayabilir ve bunun görsel bir temsiline sahip olabiliriz. Bu şekilde VTO gerçekleştirildikten sonra ankraj gereksinimi minimum, moderate veya maksimum olarak belirlenebilir. Bu ankraj durumlarının her birini tanımlamadan önce,

VAKA ÇALIŞMASI 19.1-devamı



Şekil 19.8, devamı N–P, Oklüzal düzlemi seviyelemek için vertikal üçgen 5/16-inç, 4-oz elastikler ve üst ve alt arklarda 0,019- x 0,025-inç paslanmaz çelik çalışma teli. Q–S, İnterkaspasyonu iyileştirmek için üst ve alt 0,019- x 0,025-inç sarımlı paslanmaz çelik bitirme teli. Hasta vertikal üçgen elastiklerle devam ediyor. T–V, Tedaviden sonra ağız içi fotoğraflar. W–Z, Tedaviden sonra ağız dışı fotoğraf.

VAKA ÇALIŞMASI 19.3—devamı



Şekil 19.10, devamı N–P, Oklüzal düzlemi seviyelemek ve ardından boşlukları kapatmaya başlamak için üst ve alt 0,019- $\times$ 0,025-inç paslanmaz çelik çalışma teli. Q–S, Mandibular boşlukları kapatmak için NiTi coiller. Hasta ayrıca 5/16-inç, 4 oz kısa Sınıf II elastikler kullanıyordu. T–V, Tüm boşluklar kapatılmış, arklar koordine edilmiş ve oklüzal düzlem seviyelenmiş halde takılmış üst ve alt 0,019- $\times$ 0,025-inç paslanmaz çelik çalışma teli. W–Y, İnterkaspasyonu iyileştirmek için alt 0,019- $\times$ 0,025-inç sarımlı bitirme teli.

sahip ikiz braketler önemli bir yardımcıdır. Bu yöntemin sürtünmeyi ve kaymaya karşı direnci artırabileceği endişeleri, konvansiyonel veya “figure-of-eight” şeklinde modüller kullanıldığında alt kesici dişlerin sıralanma oranında hiçbir fark bulunmadığını gösteren yakın tarihli bir prospektif araştırma ile ortadan kalkmış gibi görünmektedir.³

Elastomeriklerin bir diğer dezavantajı, mekanik özelliklerinin oral çevrede önemli ölçüde bozulmasıdır. Bu özellik ligasyon ve optimum tedavi etkinliğinin kaybına neden olabilir.^{4,5} Tipik olarak, elastomerik zincirler ve ligatürler, in vitro deneysel ortamlarda test edildiğinde, ilk 24 saatte %50’den fazla kuvvet bozulmasına uğrarlar.⁵ Ağızdaki daha yüksek sıcaklık, enzimatik aktivite ve poliüretanlar tarafından lipit emilimi, in vivo kuvvet gevşemesinin kaynakları olarak gösterilmektedir. Bu, braket slotunda tam ark teli tutunmasının sağlanamamasına veya sürdürülememesine yol açar (Şekil 20.1). Elastomerikleri “figure-of-eight” şeklinde bağlama yeteneğine sahip ikiz braketler bu konuda önemli bir yardımcıdır; ancak kesinlikle tam bir cevap değildir. Potansiyel klinik öneme sahip bir diğer faktör ise elastomeriklerin mekanik özelliklerindeki değişkenliktir. Bu durum, farklı üreticilerden elastomeriklerin ve aynı üreticiden elastomeriklerin farklı renkleri için çalışma aralığı ve çekme dayanımında önemli değişimler bildiren Lam ve ark.⁶ tarafından açıklanmıştır. Elastomerik ligasyonun son 40 yıldaki büyük popülaritesi, tel ligatürlerle ilgili bu önemli eksikliklere rağmen elde edilmiştir. Hız ve kullanım kolaylığı, elastomeriklerin en büyük avantajını temsil eder. Tatmin edici bir kendinden bağlamalı braket üretme yönündeki erken çabaların arkasındaki en güçlü motivasyonun, tel ligasyonunun

tüm avantajlarına sahip olmasının yanı sıra, potansiyel olarak hızlı ve kullanımı kolay bir sisteme sahip olma isteği olması şaşırtıcı değildir.

Begg Pinleri

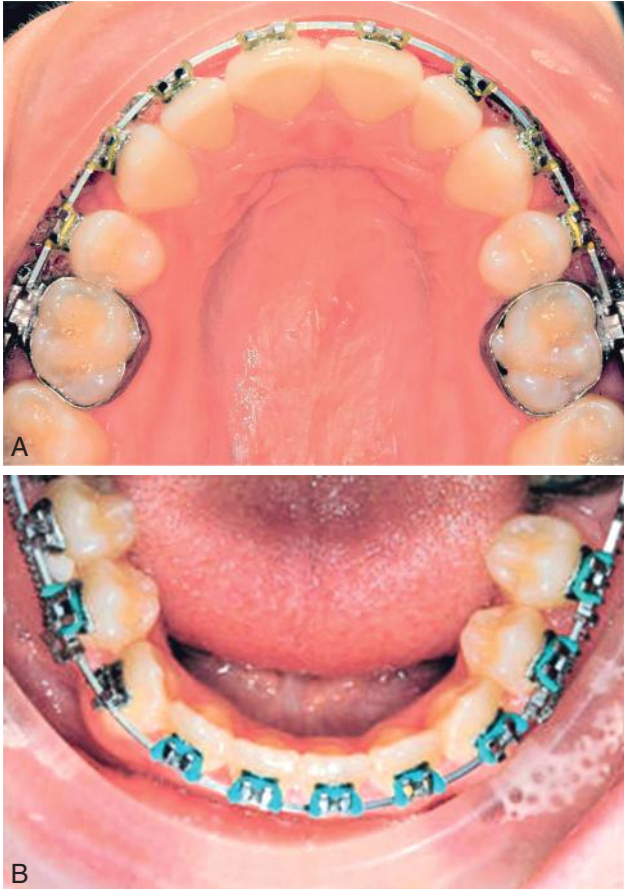
1950’li yıllarda, Edward Angle’in eski bir öğrencisi olan Raymond Begg, Angle’in ribbon ark braketlerini yuvarlak ark telleriyle birlikte kullanarak hafif tel (light-wire) tekniğini geliştirdi.⁷ Tekniğin temel bir özelliği, ligasyon yöntemi olarak pirinç pinlerin kullanılmasıydı. Bu pinler, braket slotunun dördüncü (gingival) duvarını oluşturuyordu ve bazı açılardan molar tüpüne veya kendinden bağlamalı bir braketle benzeren sert bir metal duvar oluşturuyordu. Pinler, erken hizalama aşamalarında ark telinin tutunmasını önlemek için omuzlarla ve daha sonra tedavide daha kalın teller ve yardımcı apareyler eklendiğinde ark telini daha hassas bir dikey konumda tutmak için “hook pinleri” olarak omuzlar olmadan tasarlanmıştı. Begg pinleri, elastomerik halkaların dezavantajlarından hiçbirine sahip değildi ve muhtemelen tel ligatürlerden daha hızlı yerleştirilip çıkarılıyordu. Bu pinler, Begg tekniğinin geri kalanından tamamen izole olarak değerlendirilemez. Ancak kendinden bağlama ile ilişkisi değerlendirildiğinde, elastomeriklerin sıkı bağlanmasından kaynaklanan bir sürtünme olmadığında hafif kuvvetlerin etkinliğiyle ve hızlı erken sıralama içi Begg tekniği ününe dikkat çekmek gerekir. Ortodontik tarihte bir dipnot olarak, kendinden bağlamalı Begg braketlerinin 1970’lerde üretildiği hatırlanmalıdır. Bu braketler, ligasyon sürecini daha da basitleştirmek ve hızlandırmak amacıyla ark teli üzerinde döndürülen yerleşik bir pine sahipti. İlginç bir şekilde, Tip-Edge apareyi Begg tekniğinin devamı olarak geliştirildiğinde, Begg pinlerinin temsil ettiği metal ve düşük sürtünmeli ligasyon biçimi terk edildi ve yerini elastomerikler aldı.

Kendinden Bağlama

Kendinden bağlamalı braketler, tanım gereği elastik veya tel ligatür gerektirmez ancak ark telini sabitlemek için açılıp kapatılabilen yerleşik bir mekanizmaya sahiptir. Tasarımların çoğunluğunda, bu mekanizma braket slotunda metal labial yüzey içerir ve bu yüzey bir alet veya parmak ucuyla açılıp kapatılır. Bu tür braketler ortodontide şaşırtıcı derecede uzun bir süredir mevcuttur ve Russell Lock edgewise ataşmanı Stolzenberg⁸ tarafından 1935 yılında tanımlanmıştır. Bu braket, ark telini yerinde tutmak için labial bir vidadan oluşan, modern standartlara göre çok ilkel bir mekanizmaydı. O zamandan beri, birçok tasarım ticari olarak satışa sunulmuştur. Kendinden bağlamalı ortodontik braketlerin nispeten uzun bir geçmişi vardır; ancak bunların gelişimi, tel ligatürlerin bilinen avantajlarına rağmen elastomerik ligatürlerin evrensel olarak kullanılmasının arka planında değerlendirilmelidir. Elastomerik ligasyon, güvenilirlik ark teli kontrolüne, artan sürtünmeye ve ağız hijyeni zorluğuna neden olur. Tel ligasyonu bu açılardan daha iyidir ancak kuvvet uygulaması bakımından çok yavaş ve oldukça tutarsızdır.⁹ Kendinden bağlama, her zaman tüm bu dezavantajlara ilişkin çok önemli iyileştirmeler için potansiyel sunmuştur; ancak uzun yıllar boyunca klinisyenlerin küçük bir azınlığının tercihi olarak kalmıştır. 21. yüzyılda braketlerin gelişiminde çarpıcı bir hızlanma görülmüştür. Mevcut yüzyılın başlarında kendinden bağlama durumuna ilişkin genel bakış, o zamanki durumu özetlemektedir.¹⁰ Bu yüzyılın başlarında ayrıca kendinden bağlama ile ilgili iddialar çoğaldı ve bu da daha fazla araştırma yapmak için daha sağlam klinik çalışmaların yürütülmesine yol açtı.

KENDİNDEN BAĞLAMANNIN BENİMSENMESİNİ ENGELLEYEN FAKTÖRLER

Bu konuya katkıda bulunan tarihsel bir faktör, braket tasarımı ve performansındaki önemli kusurlardır. Bu kusurlar, farklı braket tasarımlarına göre değişmiştir. İdeal bir ligasyon yöntemi, hızlı ve güvenli bir



Şekil 20.1 A, Elastomerik ligasyonla maksiller kanin dişlerinde ark teli kontrolünün kaybı. B, Mandibular kanin dişinde kontrol kaybına neden olan elastomerik ligatür kaybı.



Şekil 20.9 Damon Q Braketi (Ormco Corporation, Orange, California). Bu braketler, In-Ovation, Quick ve Speed dahil olmak üzere birçok kendinden bağlamalı braketin özelliği olan yardımcı ark telleri için yatay bir slota sahiptir.



Şekil 20.11 3M Unitek SmartClip Braketi (3M, St. Paul, MN). Bu braketler, her boyutta ve sertlikteki ark tellerinin yerleştirilebildiği belirgin spring klipslerine sahiptir. Daha yaygın klinik kullanımla birlikte, kalın paslanmaz çelik tellerin SmartClip braketlerine takılması ve çıkarılması için gereken kuvvetlerin rahatsız edici derecede yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 20.10 In-Ovation R (R, azaltılmış braket genişliğini ifade eder.) olarak bilinen In-Ovation Braketi. Resimde, bu braketi Speed braketlerinden ayıran bağlantı kanatları gösterilmektedir. Bu braketlerde karşılaşılan zorluklar arasında, laceback, undertie ve elastomerleriklerin yerleştirilmesi için daha az alan olması ve spring klipsin görülmesi zor olabileceğinden açılma zorluğu yer almaktadır. Alt arkta braketlerin gingival tarafındaki taşkın kompoziti görmek zor olabilir ve ayrıca hem açmayı hem de ağız hijyenini engelleyebilir.

Orthos ve Damon 2 braketleriyle farklı ark teli grupları için braketleri açma ve kapatma süresindeki farkı araştırmışlardır. Yazarlar, daha önce bildirilenlerden biraz daha fazla zaman kazancını göstermişlerdir.¹⁸ Damon SL braketleri ile açma için braket başına 1 saniye (ark başına 20 saniyeye eşit) ve kapatma için braket başına 2 saniye zaman kazancını göstermişlerdir. Her iki braket sistemi için de ark tellerini bağlama ve çıkarma süresi, ark teli boyutunun artması ve buna bağlı olarak daha iyi diş hizalanmasıyla azalma göstermiştir. Damon 2 braket, açılıp kapanması kolay olan kendinden bağlamalı braket çeşidi değildi. Daha yeni braket çeşitlerinin ark teli değişimleri için çok daha fazla zaman tasarrufu sağlaması mümkün olabilirdi.

Ligasyon için ünit başında yardıma daha az ihtiyaç duyulması veya hiç duyulmaması

Ark teli değişimlerinin hızını konvansiyonel ve kendinden bağlamalı braketlerle karşılaştıran tüm çalışmalarda, konvansiyonel braketler hem klinisyen hem de sandalye başında asistanla birlikte kullanılmıştır. Kendinden bağlamalı braketleri kullanarak yapılan ark teli "ligasyonu", işlemi hızlandırmak için ünit başında asistan yardımı gerektirmez; çünkü kendinden bağlamalı braketler ligasyon sırasında klinisyene elastomerik veya tel ligatörlerinin geçirilmesini gerektirmez. Yoğun muayenehanelerde, ortodonti klinisyenleri, ünit başında desteği azaltma, randevu aralıklarını ve bir klinik seansta tedavi edilebilecek hasta sayısını yönetme açısından klinik verimliliği artıran braket sistemlerini kullanmayı tercih edebilirler. İlginç bir şekilde, tedavi randevu aralıkları ile braket tercihleri arasında bir ilişki olduğu görülmektedir.²⁰ Daha uzun tedavi aralıkları (10 hafta veya daha fazla) tercih eden klinisyenler, şu nedenlerden dolayı konvansiyonel braketlere göre kendinden bağlamalı braketlerin kullanımını tercih etmiş olabilirler. Daha hızlı tedavi ilerleyişi (başlangıç sıralaması), genel olarak daha kısa tedavi süresi ve daha iyi ağız hijyeni bakımı. Ek olarak, özellikle tedavinin başlangıç sıralama aşamasında daha kısa kontrol randevuları nedeniyle, konvansiyonel braketlere göre kendinden bağlamalı braket sistemlerine yönelik bir tercih ifade edilmiştir.²⁰ Bu konuyla ilgili olarak, pasif kendinden bağlamalı braketlerle elde edilen ortalama zaman kazancı, konvansiyonel braketlerin ligasyonunu değiştirmeye

bir tel ile pasif bir kapak arasındaki artan boşluk, daha düşük kuvvetler üretebilir ve istenmeyen tutunma kuvvetlerinin dağılmasını ve dişlerin hizalanırken birbirlerini bir kenara itme yeteneğini kolaylaştırabilir. Ancak, bu hipotezler kanıtlarla destekleniyor mu? Hem aktif hem de pasif kendinden bağlamalı braket sistemlerinin etkilerinin incelendiği sistematik bir derlemede, aktif braket sistemlerinin hizalama için daha etkili olduğu ancak transvers boyut üzerindeki etkilere göre braket tipleri arasında fark olmadığı bulunmuştur.⁴⁶ Bu kanıtlara dayanarak, diş hareketinin yönü ve miktarındaki veya sürtünmedeki farklılıklar klinik bir etki yaratmak için çok küçük olabilir.

KENDİNDEN BAĞLAMA VE TEDAVİ ETKİNLİĞİ

Kendinden bağlamalı braketlerin tedavi etkinliği üzerindeki etkilerine ilişkin bilimiz, konvansiyonel olarak bağlanan braketlere kıyasla, birçok sağlam ve yüksek kalitede randomize klinik çalışmanın yürütülmesiyle büyük ölçüde artmıştır. Tedavi etkinliğini değiştirebilecek bir çok faktör mevcuttur. Bunlar; kendinden bağlamalı braketin yerleşim doğruluğu, dişlerin ilk hizalanma ve kanin dişin retrakte edilme oranı, transvers gelişim, boşluk kapatma oranı ve genel tedavi süresidir.

Braket Yerleştirme Doğruluğu

Optimum tedavi sonuçları, braket yerleşiminin doğruluğuna bağlıdır. Preadjusted edgewise apareyi, bireysel diş pozisyonunu kontrol etmek için birinci (iç-diş), ikinci (eğilme) ve üçüncü (tork) düzen diş hareketlerinin özel reçetelerini dahil ederek tel bükülmesini azaltmak için tasarlanmıştır. Horizontal ve açısal braket pozisyonundaki hatalar, sırasıyla meziodistal düzlemde hem rotasyonel uyumsuzluklara hem de hatalı kron pozisyonuna yol açabilir. Vertikal konumlandırma hataları, vertikal düzlemde 1 mm'lik küçük bir değişiklik ile inklinasyon (tork) hatalarına ve inklinasyonda 10 derecelik bir değişikliğe neden olabilir.⁴⁷

Kendinden bağlamalı ve konvansiyonel braket yerleşiminin in vitro karşılaştırması, vertikal ve horizontal hataların daha yaygın olarak kendinden bağlamalı braketlerle ilişkili olduğunu göstermektedir⁴⁸ (Şekil 20.14). Klinik kron merkezini baz alarak kendinden bağlamalı braketlerin daha doğru bir şekilde yerleştirilmesini kolaylaştırmak için, yerleştirme aparatları kullanılabilir.

Başlangıç Hizalaması

Kendinden bağlamalı sistemler, özellikle tedavinin ilk aşamalarında farkedilen daha hızlı tedavi ilerlemesi nedeniyle popülerlik kazanmıştır.²⁰ Ancak, bu gözlem bilimsel literatür tarafından destekleniyor mu? İki zaman noktasında hizalama değişiklikleri bildiren çok sayıda randomize klinik çalışma yürütülmüştür ve bu iki zaman çapraşıklık giderildiği ve 0,019 × 0,025 inç paslanmaz çelik ark telinin bağlana-



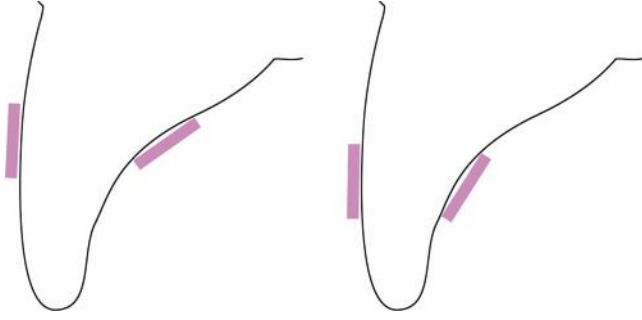
Şekil 20.14 Üst sol santral kesici dişinde horizontal braket pozisyonlandırma hatasına bir örnek.

bildiği zaman olarak belirlenmiştir. İlkıyla ilgili olarak, hem Fleming ve ark.⁴⁹ hem de Pandis ve ark.⁵⁰ her iki braket tipinde de mandibular çapraşıklık çözmek için gereken sürede bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Ancak, ikinci çalışma, kendinden bağlamalı braketlerin dişlerin hizalanmasında daha hızlı olduğunu bulmuştur. Ancak bunun klinik öneminin az olduğu belirtilmiştir. Saptanan bu fark, kendinden bağlamalı apareylerin sahip olduğu daha fazla "serbest oynaması"na atfedilmiştir. Bu etki, konvansiyonel braketlere kıyasla kronun kısıtlanmamış labial hareketini kolaylaştırır. Ancak, bu avantaj ark içindeki çapraşıklık miktarı arttığı için ortadan kalkmış gibi görünmektedir.⁵⁰ Her iki çalışmada da, 0,019 × 0,025 inç paslanmaz çelik ark teline geçildiğinde, çapraşıklığın kendinden bağlamalı apareylerle tedavi edilen hastalarda intermolar genişlikte belirgin olarak daha fazla artışla çözüldüğü saptanmıştır.^{51,52} Benzer bulgular, Damon 3 (0,119 mm/gün) veya konvansiyonel braketler (0,135 mm/gün) kullanıldığında mandibular arkin hizalanma oranında hiçbir fark olmadığını bildiren Scott ve ark.⁵³ tarafından da bildirilmiştir. Hem maksiller hem de mandibular labial segmentlerin hizalanması değerlendirildiğinde, aktif ve pasif kendinden bağlamalı ve konvansiyonel braketler arasında önemli bir fark olmadığı bildirildi. Aslında, konvansiyonel braketler kullanıldığında, ilk hizalamaya ulaşmak için gereken süre daha kısaydı.⁵⁴ Ancak, bir ağ meta-analizinden klinik olarak daha yararlı bilgiler elde edilebilir. Konvansiyonel bir meta-analiz aksine, bu analiz şekli tahmini etki büyüklüklerinin kesinliğini artırır, henüz karşılaştırılmamış müdahalelerin karşılaştırılmasına olanak tanır ve müdahalelerin hiyerarşik bir şekilde sıralanmasına izin verir. Bu, özellikle farklı braket tiplerinin etkinliğini değerlendirirken önemli bir husustur. Pandis ve ark. tarafından yürütülmüş bir ağ meta-analizinde⁵⁵, mandibular anterior bölgenin hizalanma etkinliğini ölçen 10 çalışmanın sonuçları birleştirilmiştir. Hizalama elde etme açısından konvansiyonel braketleri en etkili braket sistemi olarak sıralamışlar, ardından In-Ovation-R, Damon ve Smart-Clip kendinden bağlamalı braket sistemleri gelmiştir. Ancak, farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Şekil 20.15).

Başlangıç hizalaması aşamasında hem kendinden bağlamalı hem de konvansiyonel braketlerin eşdeğer performansını açıklayabilecek bir faktör, nikel-titanyum (NiTi) ark tellerinin in vivo davranışsal özellikleridir.⁵⁶ Gelişmiş geri yaylanma, geniş aralık ve süperelastik özellikleri nedeniyle, hafif NiTi ark telleri tedavinin başlangıç hizalama aşamalarında rutin olarak kullanılır. Daha yüksek mukavemete sahip olan ve daha düşük histerezise uğrayan Bakır NiTi (CuNiTi) ark telleri de bazı kendinden bağlamalı sistemlerle tedavi protokollerinde yaygın olarak önerilmektedir. Bu ark tellerinin performansının intraoral olarak devamlı olacağı varsayılmaktadır; ancak ağız içinden çıkarılan NiTi alaşım ark tellerinin yüzey yapısının deformasyona uğradığı gösterilmiştir.⁵⁷ Dahası, süperelastik tellerin klinik bir ortamda süperelastik özellikler göstermeyebileceği ve konvansiyonel NiTi ark tellerinden daha etkili olmadığı öne sürülmüştür.⁵⁸ Bu hipotez, In-Ovation-R kendinden bağlamalı braketlerle (GAC, Bohemia, NY) tedavi gören hastalarda NiTi ve CuNiTi ark tellerini mandibular arkta hizalama etkinliği bakımından karşılaştıran Pandis ve ark. tarafından test edilmiştir.⁵⁹ Her iki ark teliyle tedavinin ilk 6 ayında mandibular hizalamada hiçbir fark gözlenmemiştir.

Kanin Retraksiyonu

Sınıf I kanin diş ilişkisi elde etmek, genellikle ortodontik bir vakanın ankraj yönetiminde temel bir hedeftir. Kanin dişini retrakte etmek için gereken mesafeye bağlı olarak, ankraj ihtiyacı artabilir ve dikkatli bir şekilde yönetilmezse, ankraj kaybını yansıtan istenmeyen resiprokal mezial molar hareketine neden olabilir. Etkili bir kanin retraksiyonu, kaydırmalı mekaniklerin kullanımına bağlıdır.⁶⁰ Kendinden bağlamalı sistemlerin daha düşük ilişkili sürtünme kuvvetlerine sahip olduğu öne sürülmüştür¹⁰ ve bu da dişlerin kaydırılması gibi etkili diş hareketlerini kolaylaştırabilir. Ancak, mevcut kanıtlar, her iki braket tipi için de bil-



Şekil 21.2 Braketin konumunun hafifçe farklı bir yüksekliği, labial apareyle yalnızca küçük bir tork farkı (2 derece) yaratırken, lingual yüzeyde aynı yükseklik farkı büyük bir tork farkına (22 derece) yol açmaktadır.

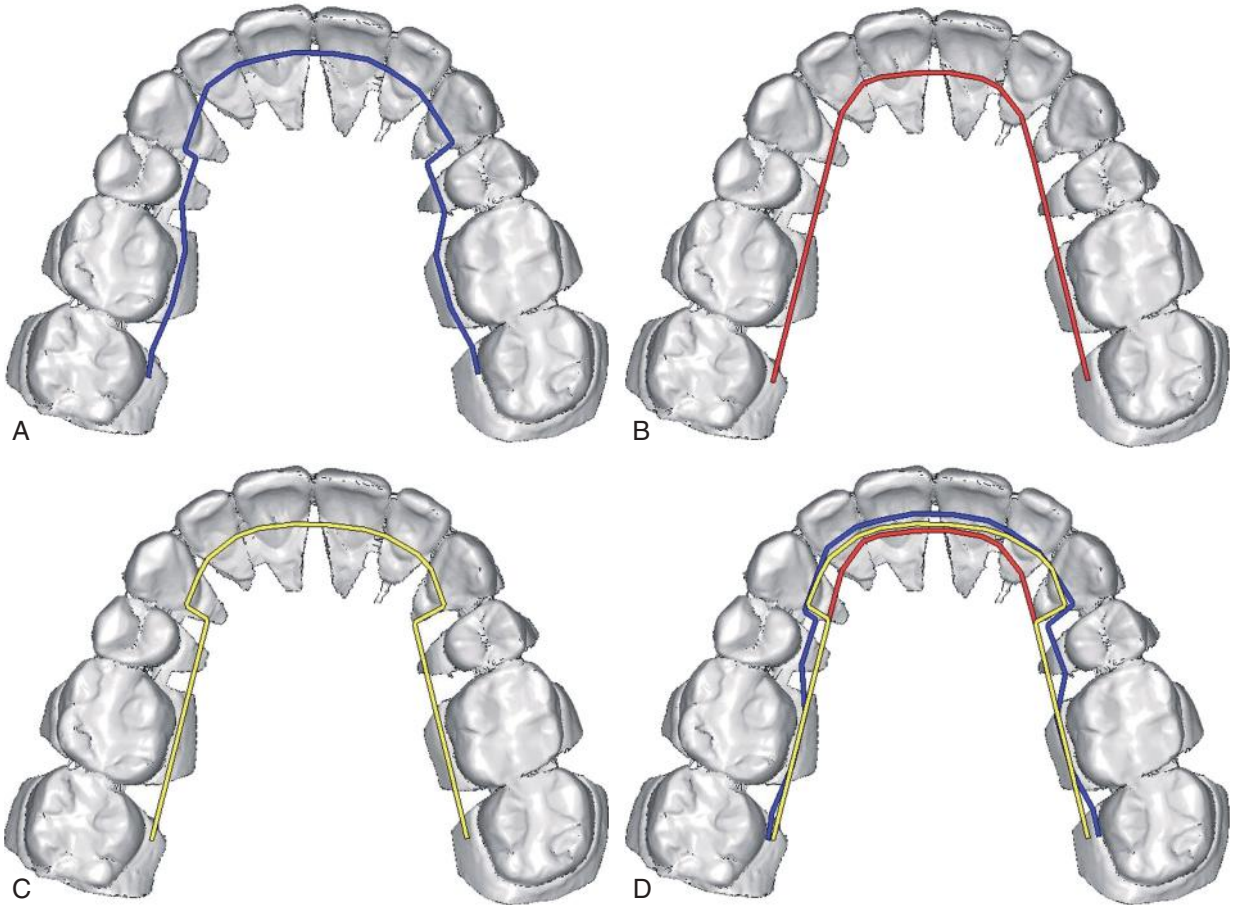
hem de ortodontist için önemli dezavantajlara neden olur. Hohoff ve ark.³⁸ ile Stamm ve ark.³⁹, daha kalın apareylerin daha fazla hasta rahatsızlığına ve konuşma ile yeme sırasında daha fazla soruna yol açtığını bildirmiştir. Braketlerin dil alanını ihlal etmesi durumunda dil irritasyonu da daha sık görülür. Artan braket kalınlığı nedeniyle braketler arası mesafe daha da kısalmıştır. Bu sadece ark tellerinin yerleştirilmesini

daha zor hale getirmekle kalmaz, aynı zamanda braket boyutu nedeniyle orta dereceli çapraşıklık vakalarında bile tedavinin başlangıcında tüm braketlerin tam olarak bondingini imkansız hale getirir. Daha kalın braketler kullanıldığında, dişin direnç merkezi ile kuvvet uygulama noktası arasındaki mesafe artar ve tork sorunlarını düzeltmek daha zor hale gelir (Şekil 21.4). Braket ne kadar büyük ve kalın olursa, braket kaybı oranı da o kadar yüksek olur çünkü daha kalın bir braketin kopma ihtimali daha fazladır.

- Ark tellerinin kısmi birinci düzen bükülmesiyle telafi. Bu durumda, sadece kanin ve birinci premolar arasındaki kalınlık farkı ark telinin birinci dereceden bükülmesiyle telafi edilir. Ark teli kaninden kanine ve birinci premolar dişten ikinci molar dişe kadar düzdür. Bu ark teli düzeneğinin şekli bir mantarı andırır, bu nedenle lingual teknik öncüleri tarafından “mantar tekniği” olarak da adlandırılmıştır⁴ (bkz. Şekil 21.3C).

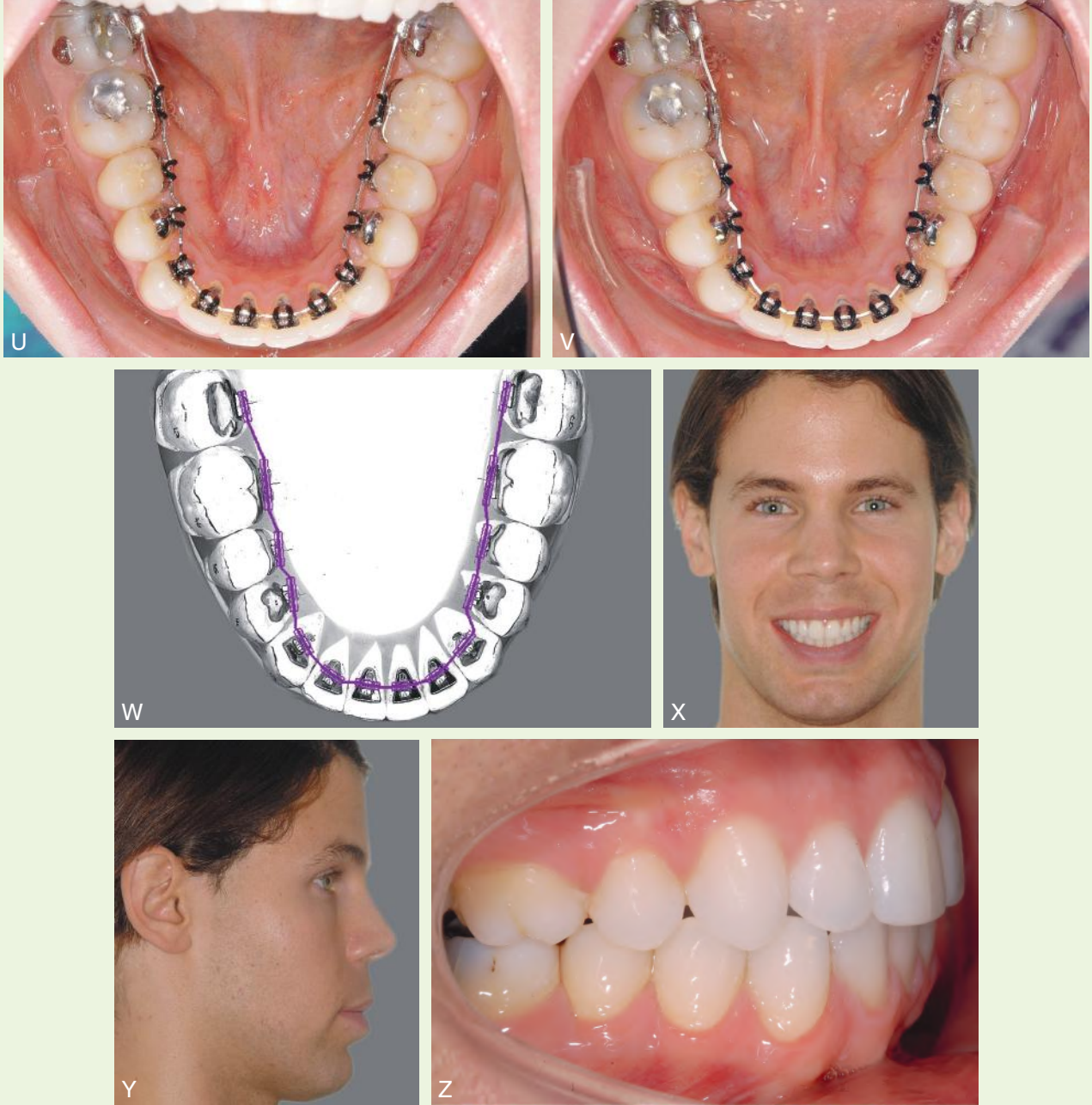
Tork Kontrolü

Tedavi mekanizması açısından labial ve lingual sistemler arasındaki önemli farklardan biri de doğru tork kontrolünün önemi ve bunun vertikal diş pozisyonu üzerindeki sonuçlarıdır. Yanlış tork kontrolü, Şekil 21.4’te gösterildiği gibi labial braket ile lingual braket arasında tamamen farklı bir etkiye neden olur. İki üst santral kesici diş gösterilmiştir: bunlardan



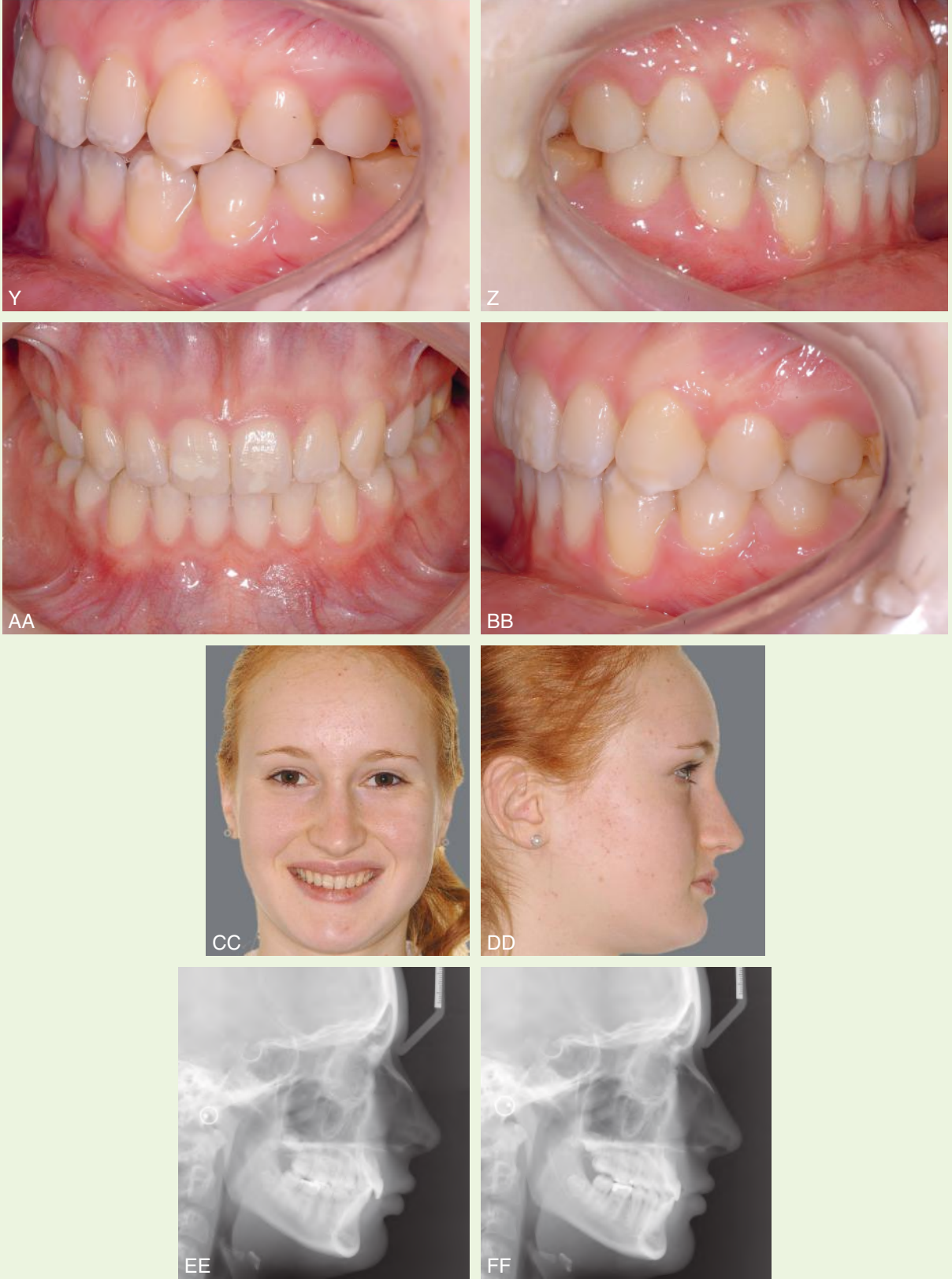
Şekil 21.3 A, Farklı diş kalınlıkları, birinci düzen ark teli bükümleriyle telafi edilir. B, Ark teli düzdür. Farklı diş kalınlıklarının kompensasyonu, daha kalın braketler ile yapılmalıdır; bu nedenle laboratuvar sürecinde braketlerin altına ek kompozit madde eklenmesi gerekir veya braket kaideleri daha kalın olmalıdır. C, Mantar şeklinde ark formu. Kanin dişler ve birinci premolarlar arasında iki birinci-düzen büküm uygulanmıştır. D, Üç farklı ark telinin süperpozisyonu. Ön segmentte büyük farklar gözlemlenebilir. Birinci düzen tamamen bireysel olan ark teli (mavi), dişlere en iyi uyumu sağlar. Düz ark teli (kırmızı), dil için en büyük kısıtlamayı yaratır.

VAKA ÇALIŞMASI 21.1 Yetişkin Hastaların Lingual Tedavisi - devamı



Şekil 21.8, devamı U, 0,016 inç x 0,022 inç NiTi teli yerleştirilmesinden sonra, intermaksiller elastik kullanımı için 0,016x 0,024 inç paslanmaz çelik ark teli yerleştirilmiştir. V, Nihai tork kontrolü 0,018 x 0,018 inç beta-titanyum ark teli ile sağlanmıştır. Overtie yapılmadığına dikkat edin. W, Nihai sonuç ve sanal mandibular ark teli ile temsil edilen tedavi planı oklüzal görünümde karşılaştırılmıştır.

VAKA ÇALIŞMASI 21.2 Çocuk ve Ergenlerde Lingual Tedavi: Sınıf II Elastiklerin Kullanıldığı Çekimsiz Vaka- devamı — devamı



Şekil 21.9, devamı W–Y, Tork, telin anterior bölgesine uygulanan ekstra tork nedeniyle üst 0,016 x 0,024 inç paslanmaz çelik ark teli ile düzeltilmiştir. Diş rotasyon merkezine göre lingual braket yerleşimi nedeniyle tork yönetimine sürekli dikkat edilmesi, lingual uygulamalarda anterior retraksiyon için kritik önem taşımaktadır. Hastaya tam zamanlı olarak Sınıf II elastikler kullanıldı. Z–DD, 19 aylık lingual tedavi sonrası nihai sonuçlar.

Rossini ve ark. tarafından yapılan sistematik bir derleme, periodontal sağlık indekslerinin sabit aparey tedavisine kıyasla şeffaf hizalayıcı tedavisi sırasında önemli ölçüde daha iyi olduğunu doğrulamıştır.

Çekimsiz tedaviler daha az zaman alabilir ve bu nedenle şeffaf hizalayıcı tedavisiyle daha etkili olabilir.²⁰ Tersine, sabit aparey tedavisinin, premolar çekimli vakalarda şeffaf hizalayıcılardan daha etkili olduğu gösterilmiştir. Li ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada,²⁶ ortalama olarak, şeffaf hizalayıcılarla tedavi edilen çekimli vakaların tedavi sürelerinin sabit apareylerden 9,5 ay daha uzun sürdüğü bulunmuştur.

Çok sayıda çalışma, şeffaf hizalayıcı tedavisinde diş hareketlerinin öngörülebilirliğini araştırmıştır.²⁷ Teknoloji daha iyi klinik sonuçlar sunmak için sürekli ve hızlı bir şekilde geliştiğinden, şeffaf hizalayıcı teknolojisinin ilk yıllarında yapılan bu çalışmalardan bazıları dikkatli bir şekilde yorumlanmalıdır. 2017 tarihli bir çalışma²⁸, Invisalign şeffaf hizalayıcı sistemiyle, çekim yapılmayan vakalarda yüksek doğrulukla öngörülen diş pozisyonlarına ulaşmanın mümkün olduğunu

göstermiştir. Klinik sonuçların bir kısmı öngörülen sonuçlardan farklı olsa da, bu yalnızca üst ikinci molar torku için klinik olarak anlamlı bulunmuştur. Diş hareketlerinin planlanan hareketleri tam olarak yansıtmayacağı durumlarda, klinisyenlerin sanal tedavi planına aşırı düzeltimleri dahil etmeleri önerilmektedir.

Şeffaf hizalayıcılar, çok çeşitli maloklüzyonları tedavi etmeye olanak tanımak için teknolojik olarak geliştirilmiştir. Klinisyenler şeffaf hizalayıcı sistemi seçerken, maloklüzyonu düzeltmek için gerekli diş hareketi türlerini göz önünde bulundurmalı ve istenen diş hareketlerini elde edebilen şeffaf bir hizalayıcı sistemi seçmelidirler. Bu genellikle üç ana faktöre dayanır. Bunlar, sistemin kullandığı materyaller, ataşman tasarımları ve yazılımın özellikleridir.

Aşağıdaki bölümde, şeffaf hizalayıcıların çapraşıklık, derin örtülü kapanış ve ön açık kapanış maloklüzyonlarının tedavisindeki etkisini göstermek için üç vaka raporu sunulmaktadır.

VAKA SUNUMU 22.1 Orta Derecede Çapraşıklık Gösteren Sınıf I Maloklüzyon

Ark boyutu uyumsuzlukları ortodontik tedavi için yaygın sebeplerdir. Sınıf I, II ve III maloklüzyonlarda dental çapraşıklıklar veya boşluklar gözlenebilir. Şeffaf hizalayıcı tedavisinde ark boyut uyumsuzluğu; dental arkin genişletilmesi, anterior dişlerin proklinasyonu, mine yüzeyinde IPR yapılması veya çekimler yoluyla çözülebilir.

Tanı ve Tedavi Planlaması

13 yaşında erkek hasta Sınıf I maloklüzyon, 5 mm'lik artmış overjet ve %50 overbite ile kliniğe başvurmuştur. Hem üst hem de alt dental arklarda yaklaşık 8 mm çapraşıklık mevcuttu. Maksiller sağ santral kesici diş labial olarak yer değiştirmiş ve protrüze durumdaydı. Maksiller sol kanin diş bukkal olarak sürmüştü. Alt arka, lateral kesici dişler lingual olarak sürmüştü ve kanin dişleri bukkale doğru yer değiştirmişti. Üst ark V şeklinde ve dar bir yapı gösterirken, alt ark oval bir yapı sergiliyordu. Maksiller orta hat sola doğru 2 mm sapmıştı (Şekil 22.7 ile 22.11). Panoramik filminden elde edilen bulgular, gelişmekte olan üçüncü molar dişler ile birlikte tüm daimi dişlerin varlığını göstermekteydi (Şekil 22.12). Sefalometrik analiz, alt kesici dişlerin mandibular düzlemle olan açısı normal olmasına rağmen, hafif



Şekil 22.8 Sağ bukkal görüntü.



Şekil 22.7 Anterior görüntü



Şekil 22.9 Sol bukkal görüntü.

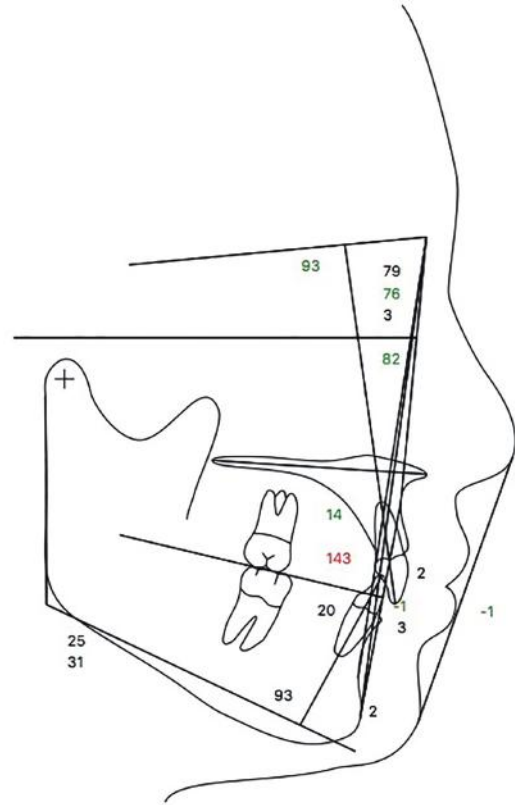
VAKA SUNUMU 22.2 Derin Örtülü Kapanış Sergileyen Sınıf II Maloklüzyon—devamı

Dr. Sandra Tai

Quick Ceph® Studio

Iowa

Measurement	Units	Meas.	Norm	Dev.
SNA	(deg)	79.1	82.0	-1.0
SNB	(deg)	75.9	80.0	-1.4 *
ANB	(deg)	3.3	2.0	0.6
NPO - FH	(deg)	82.1	87.8	-1.9 *
SN - MPA	(deg)	30.8	32.0	-0.3
FMA	(deg)	25.4	25.0	0.1
Mx 1 - SN	(deg)	92.7	104.0	-1.9 *
Mx 1 - NA Angle	(deg)	13.5	22.0	-1.4 *
Mx 1 - NA	(mm)	2.0	4.0	-0.7
IMPA	(deg)	93.3	90.0	0.6
Md 1 - APO	(mm)	-1.1	3.0	-1.8 *
Md 1 - NB	(mm)	2.9	4.0	-0.4
Md 1 - NB Angle	(deg)	19.9	25.0	-0.8
Interincisor Angle	(deg)	143.2	124.0	3.2 ***
PO - NB	(mm)	1.9	1.0	0.5
E Plane	(mm)	-0.5	2.0	-1.3 *

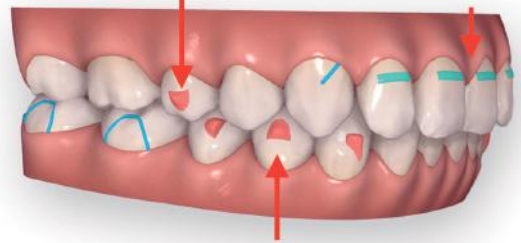


Şekil 22.45 Tedavi öncesi sefalometrik çizim.

rağmen, final mandibular kesici diş pozisyonları en belirgin olan mandibular kesici dişin başlangıç labial pozisyonuna göre hizalandı. Mandibular sol birinci premoların hareketi, bukkal olarak hareket ettirilmesi için yeterli alan elde edilene kadar ertelendi. Premolarlar ve kanin dişleri üzerinde konvansiyonel dikdörtgen ataşmanlar yerine, optimize rotasyon ve kök kontrol ataşmanları tercih edildi (Şekil 22.46 ila 22.51).

Tedavi Özeti

İlk seride 37 adet hizalayıcı mevcuttu. Hizalayıcılar her 2 haftada bir değiştirildi. 2-oz, ¼- inçlik elastikler hem Sınıf II hem de çapraz elastik kullanımı için maksiller sağ ikinci moların lingualinden mandibular sağ ikinci moların bukkaline sadece geceleri kullanıldı. 16. ayda ilk seri şeffaf hizalayıcı kullanımı tamamlandı. Derin kapanış %50 oranında düzeltilmişti. Maksiller sağ ikinci molar ve mandibular sağ ikinci moların

Optimize Derin Kapanış Ataşmanı**Power Ridge Özeliği****Optimize Derin Kapanış Ataşmanı**

Şekil. 22.46 Derin kapanış düzeltimi için hizalayıcı özelliklerini gösteren sağ bukkal görüntü.

Devamı

VAKA SUNUMU 22.3 Anterior Açık Kapanış Sergileyen Sınıf II Maloklüzyon

Anterior açık kapanış maloklüzyonları, myofonksiyonel sorunlar ve istenmeyen vertikal iskeletsel büyümenin kombinasyonu nedeniyle tedavi edilmesi zor olan maloklüzyonlardır. Relaps eğilimi oldukça yüksektir. Çalışmalar, sabit apareylerle tedavi edilen anterior açık kapanış maloklüzyonlarının %40 ila %80 oranında nüksetme eğilimine sahip olduğunu göstermiştir.³²⁻³⁴ Diğer çalışmalar, posterior intrüzyon mekanikleri içeren mikroimplantlarla tedavi edilen açık kapanış maloklüzyonunun en iyi uzun dönem stabiliteyi sağladığını göstermiştir.^{35,36} Kau ve ark., retrospektif bir çalışmada, şeffaf hizalayıcıların anterior açık kapanış maloklüzyonlarının tedavisinde etkili olduğunu göstermişlerdir.

Tanı ve Tedavi Planı

13 yıl 6 ay yaşında bir kız çocuğu, anteroposterior açık kapanışa sahip Sınıf II maloklüzyonla tedaviye başvurdu. 2 mm'lik bir overjet ve 2 ila 3 mm arasında değişen anterior açık kapanış mevcuttu. Hafif düzeyde üst ark çapraşıklık ve hafif düzeyde alt ark boşluğu mevcuttu. Alt orta hat, yüz orta hattının 1 mm soluna sapmıştı. Mandibular sağ birinci molar dişinde, mezibukkal kaspı ve oklüzal yüzeyi etkileyen mine hipoplazisi mevcuttu. Panoramik bulgular, üçüncü molar dişleri dahil olmak üzere tüm kalıcı dişlerin varlığını gösteriyordu. İskeletsel Sınıf II patern ile birlikte konveks profil, 6,8 derecelik ANB açısı ve hafif düzeyde mandibular retrognati gözlenmekteydi. Hem üst hem de alt kesici dişler prokline ve protrüzdü (Şekil 22.67 ila 22.74).

Çekimsiz tedavi planı önerildi. Üst arktaki çapraşıklık, üst kesici dişlerin proklinasyonu önlemek için öncelikle ekspansiyon yoluyla çözülecekti. Alt arktaki boşluk, alt kesici dişlerin göreceli olarak ekstrüzyonuyla sonuçlanacak olan alt kesici dişlerin retroklinasyonu yoluyla kapatılacaktı. Anterior açık kapanış, anterior ekstrüzyon ve posterior intrüzyon kombinasyonu ile kapatılacaktı. Sınıf II maloklüzyon, maksiller molarların sekanslı distalizasyonu yoluyla Sınıf I'e düzeltilecekti.

Sanal Diş Hareketi Planlaması

Üst arka maksiller molarların sekanslı distalizasyonu gerçekleştirildi. Posterior dişler distalize edildi ve açık kapanış düzeltimine yardımcı olmak için eş zamanlı olarak intrüze edildi. Hizalayıcıların düzgün oturması için maksiller ikinci molarların distal yüzeyinin iyi bir tarama kaydı gereklidir. Molar ataşmanlarına ihtiyaç duyulmadı. İntrüzyonun planlandığı yerlerde, ataşmanlar bazen intrüzyona engel olur ve hizalayıcılar diş hareketini



Şekil 22.67 Tedavi öncesi anterior görüntü.



Şekil 22.69 Tedavi öncesi sol bukkal görüntü.



Şekil 22.68 Tedavi öncesi sağ bukkal görüntü.



Şekil 22.70 Tedavi öncesi üst oklüzal görüntü.

klirik çalışmalar, başlangıçta gözlenen mandibular büyümedeki hızlanmanın zamanla kaybolduğunu ve erken ergenlik döneminde tedavi edilen bireylerle karşılaştırıldığında çene büyümesinde önemli bir ilerlemenin olmadığını göstermiştir.⁵⁻⁷ Mini-implantları içeren tasarımların dışında, hareketli fonksiyonel apearelere benzer şekilde etki eden sabit arklar arası Sınıf II düzelticiler tasarlanmıştır. Rijit tasarımlar (örneğin Herbst) alt çenenin önde postür kazanmasını sağlamayı amaçlarken esnek alternatifler (örneğin Forsus) dişler üzerinde itme kuvveti oluşturma prensibine dayanır. Sabit ve çıkarılabilir apeareler arasındaki temel fark, “sabit” olma özelliğinin Sınıf II düzeltiminde gerekli olan hasta uyumu üzerindeki yükü azaltmasıdır.

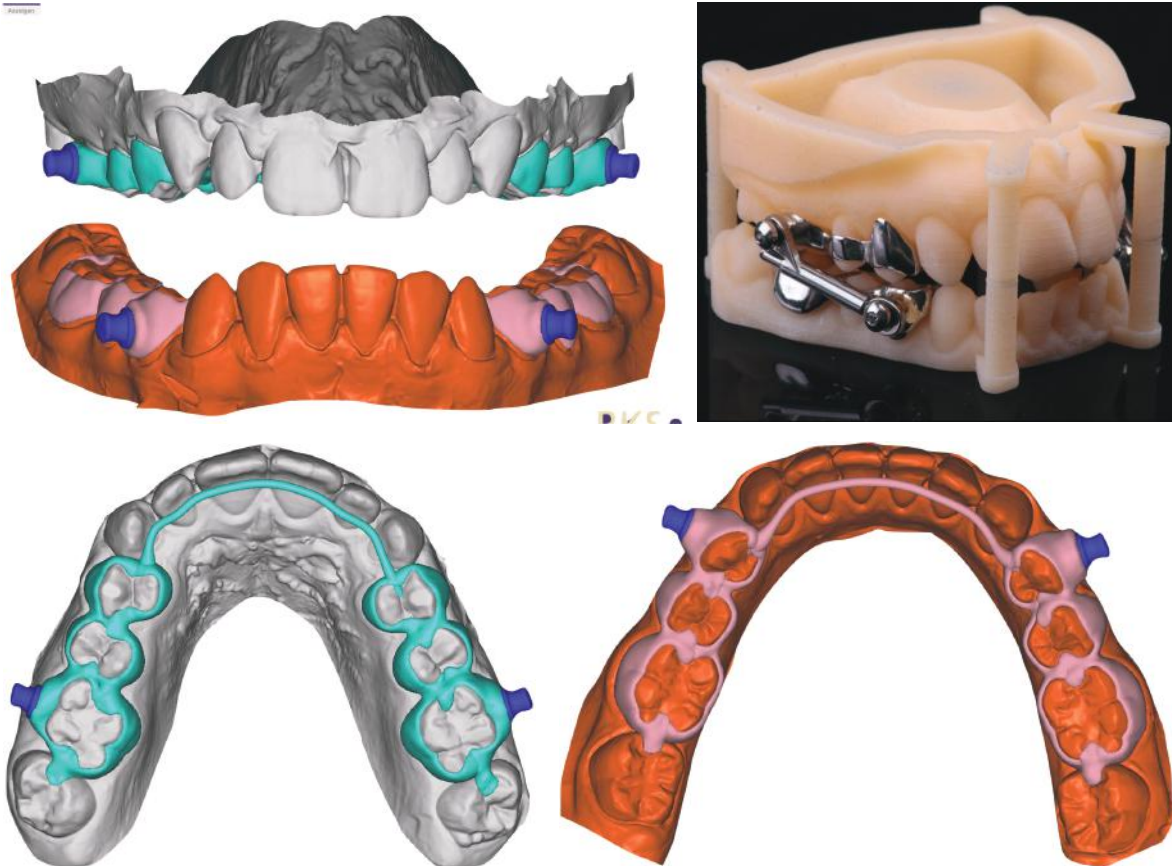
Sabit tasarımlarla daha yüksek tedavi tamamlanma düzeyleri gözlenmesine rağmen hem sabit hem de çıkarılabilir yaklaşımların etkinliğine işaret eden çok sayıda kanıt vardır. Sabit arklar arası Sınıf II düzelticilerin etkisi hakkında ise sistematik incelemeler ve meta-analizlerde çelişkili sonuçlara ulaşılmıştır. Bir çalışmada Herbst apeareyi ile mandibular korpus uzunluğunun (Co-Gn) ortalama 1,7 mm arttığı bulunmuştur; bu artış istatistiksel olarak anlamlıdır, ancak bu bulgunun klinik önemi özellikle doğal büyüme ve uzun süreli büyüme takibi eksikliği dikkate alındığında sorgulanabilir.⁸ Bir başka çalışmada ise, mevcut sınırlı kanıtların tam kapsamlı tedavi boyunca sabit apearelerle birlikte kullanıldıklarında mandibular büyüme üzerinde çok az etkiye sahip olduklarını gösterdiği sonucuna varılmıştır.⁹ Bu nedenlerden dolayı, bu bölümde farklı apearelerle overjet ve molar ilişki düzeltiminde elde edilen klinik olarak anlamlı dentoalveolar değişikliklere yoğunlaşılacaktır.

ARKLAR ARASI APAREYLER

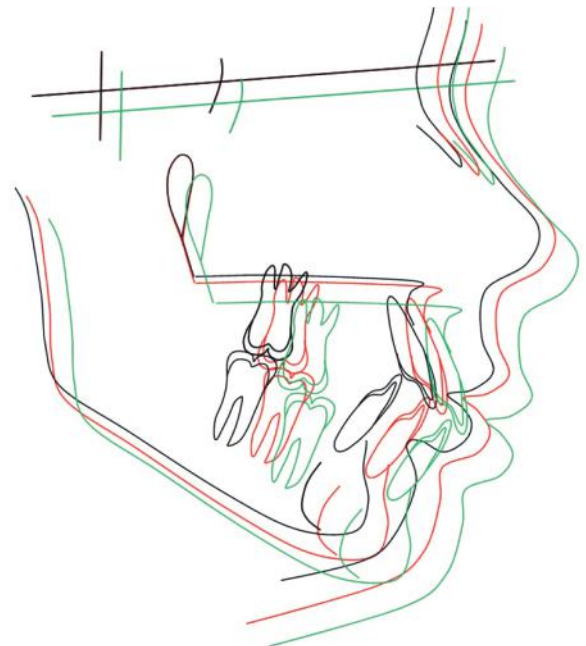
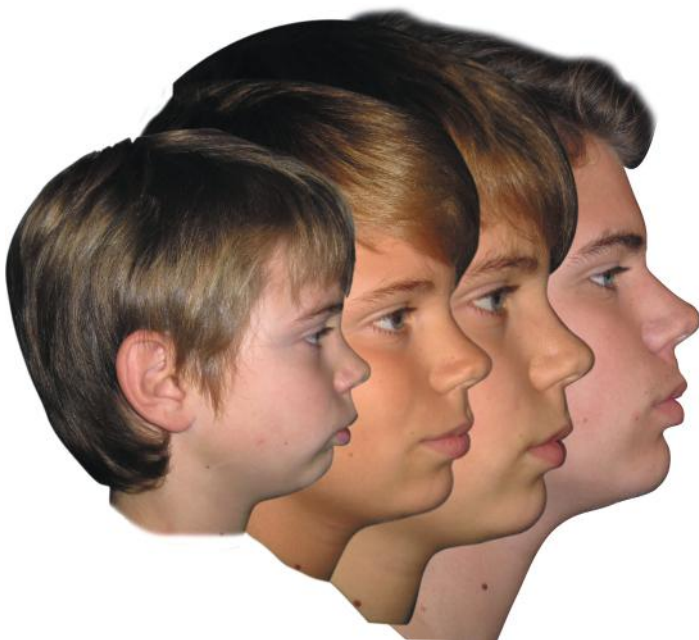
Herbst Apeareyi ve Varyasyonları: Klinik Uygulama

Herbst apeareyi, dinlenme ve fonksiyon sırasında mandibulayı sürekli protrüzyonda tutmak için çeşitli tasarımlara sahip sert teleskopik çubuklardan oluşur. Kuronlar veya bantlar kullanılabilir, ancak kuronlar uygulanan kuvvetlere daha iyi dayanmaktadır. Herbst cihazının ilk tasarımları, ölçülerden yola çıkarak oluşturulan kobalt-krom veya kobalt-kromiyum (CoCr) dökümden üretilmiştir (daha modern bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim [CAD/CAM] fabrikasyon apearelerde olduğu gibi) (Şekil. 23.1).

Daha sonra kuronların kullanıldığı prefabrike tasarımlar kullanıma sunulmuştur ve bu sayede daha ucuz ve daha kolay üretim olanağı sağlanmıştır. Prefabrike tasarımlar ağızda uyumlanıp ölçü alınır ve bu ölçü lingual ark ve transpalatal ark (TPA) veya maksiller genişleticinin prefabrike unsurlara lehimlenmesi için bir laboratuvara gönderilir. Tarayıcıların kullanıma girmesiyle birlikte, dişlerin arasına değil, oklüzal embraşur aralığına uzanan bantlara sahip bir Herbst apeareyi dijital olarak (CAD) tasarlanabilir; dolayısıyla işlem öncesinde separasyon yapılmasına gerek olmamaktadır. Çelik Herbst kolları metal çerçeveye kobalt krom lazer sinterleme (CAM) işlemiyle kaynaklanmaktadır. Ancak bu apearelerde klinikte uygulanan konvansiyonel kuronlarla karşılaştırıldığında interproksimal olarak uzanmayan “kuronlar” kullanıldığından daha az öngörülebilir adezyon potansiyeli mevcuttur. Bu nedenle, daha yüksek bağlanma dayanımı elde etmek için vakaya göre bonding tekniği seçimi endikedir. Orijinal tasarımlarda da görülebilen kaynak noktasından kırılmalar (Şekil.23.2), Herbst apeareyinin dökümlü



Şekil 23.1 Bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim (CAD/CAM) ile oluşturulan Herbst apeareyi



Şekil 23.12 Mandibular anterior yeniden konumlandırma apareyi (MARA)/Frankfort mandibular açısı ile tedavi edilen Sınıf II bir hastanın büyümesi ve MARA apareyi ile tedavi edilen bir vakanın 2, 4 ve 7. aylardaki ilerlemesi. (Dr. Neal Kravitz'in izniyle, South Riding, Virginia.)

ORTODONTİ

Güncel Prensipler ve Teknikler

Yedinci Baskı

GRABER | VIG | HUANG | FLEMING

ORTODONTİK TANİ, PLANLAMA STRATEJİLERİ VE TEDAVİ PROTOKOLLERİNDEKİ EN SON TEKNİKLERDE UZMANLAŞIN

Bu kapsamlı ortodonti kitabı, estetik, genetik, geçici ankraj cihazları, şeffaf hizalayıcılar, teknoloji destekli biyomekanikler ve çok daha fazlası dahil olmak üzere ortodontik tanı, tedavi planlaması ve klinik teknikler hakkında kanıta dayalı bilgiler sunmaktadır. Saygın editörler Lee Graber, Katherine Vig ve Greg Huang'a yeni editör Padhraig Fleming ve dünyanın dört bir yanından uzman katılımcılar eşlik etmektedir. Bu kitap, ortodonti alanındaki en güncel ve kapsamlı bilgi derlemesini sunmakta olup, ortodonti asistanları ve uzmanları için başvurulacak temel kaynaktır!

- **YENİ! Bölümler yapay zekâ, yetişkinlerde maksiller genişletme, Sınıf II düzelticiler ve ototransplantasyon gibi konuları kapsamaktadır.** Şeffaf hizalayıcılar, ortognatik cerrahi, periodontal-ortodontik etkileşim, disiplinler arası ve bilgisayar destekli tedavi, geçici ankraj cihazları ve hızlandırılmış diş hareketi gibi konulardaki yeni yazılmış bölümler, güncel yaklaşımları ele almaktadır.
- **GÜNCELLENDİ! İlgili literatür ve kanıta dayalı uygulamalar** kitap boyunca yer almaktadır.
- **YENİ! Ek fotoğraflar ve çizimler** temel kavramları ve prosedürleri görsel olarak güçlendirmektedir.
- **3400'den fazla görsel,** tedavi, teknik ve sonuç örneklerini gösteren radyografların, tam renkli klinik fotoğrafların ve anatomik veya şematik çizimlerin bir kombinasyonunu içermektedir.
- **Ayrıntılı ve görsellerle desteklenmiş olgu çalışmaları,** çeşitli tedavi tekniklerinin zaman içindeki sonuçlarını ortaya koyarak karar verme sürecini açıklamaktadır.

Orjinali "Orthodontics Current Principles and Techniques Seventh Edition" olarak yayınlanan bu kitabın Türkçe çevirisi Elsevier sözleşmesi altında yayınlanmaktadır

