



# Os Odontoideum

## Os Odontoideum

Kadir KOTİL

*İstanbul Arel Üniversitesi, İstanbul, Türkiye*

**Yazışma Adresi:** Kadir KOTİL / E-posta: kadirkotil@arel.edu.tr

### ÖZ

Os odontoideum, değişken boyutta ayrı kemikçikle karakterize düz çevresel kortikal kenarlar ile odontoid çıkıntının ana gövdeden ayrılması durumudur. Os odontoideum etiyojisi tartışmalıdır. Travmatik ve konjenital etiyojisi arasında konsensus hâlâ sağlanamamıştır. Os odontoideum hastaları asemptomatik, semptomatik ya da çok çeşitli semptomla başvurabilirler. Os odontoideum tanısı ise düz röntgen, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve preoperatif cerrahi planlamada anjiyografi destekli bilgisayarlı tomografi (BT) dahil olmak üzere diğer görüntüleme yöntemleri ile yapılabilir. Asemptomatik olanlar radyolojik istikrarlı ve nöral basısı olmayan os odontoideum olguları konservatif tedavi ile tedavi edilirken, nöral bası ya da semptomatik olanlarda cerrahi tedavisinin yapılması gerekir. Bugün cerrahi tedavide temel amaç, C1 ve C2 omurlarının dekompresyonu, fiksasyonu ve füzyon ile pekiştirilmesidir. Os odontoideum redükte edilemiyorsa ve anterior bası varsa tecrübeli ellerde transoral yoldan dekompresyon ve fiksasyonla da tedavi edilebilir. Bu cerrahinin komplikasyonları son derece azdır ve kabul edilebilir düzeydedir. Biz bu bölümde os odontoideum'u örnek olgu vererek tartıştık.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Atlanto-aksial instabilite, C1-2 füzyon, Os odontoideum, Posterior artrodez

### ABSTRACT

Os odontoideum is an independent ossicle of variable size with smooth circumferential cortical margins separated from the foreshortened odontoid peg. The etiology of os odontoideum remains controversial, but there is both emerging consensus on the traumatic etiology and a congenital source. Patients with this condition can be asymptomatic or present with a wide range of neurological dysfunctions. Although the diagnosis of os odontoideum can be made with plain x-rays, further imaging modalities including magnetic resonance imaging and computed tomography with angiography have improved the preoperative surgical planning. There is a role for conservative treatment of an asymptomatic incidentally found, radiologically stable, and non-compressive os odontoideum. However, surgical treatment has a definitive role in symptomatic cases. The main method of surgical treatment today is microscopic posterior decompression after reduction and fusion via independent C1 and C2 fixation. Irreducible, persistent anterior compression from os odontoideum can be approached by a transoral route with good results in experienced hands. Complications are extremely low and at an acceptable level. We reviewed the literature relevant to os odontoideum in this chapter.

**KEYWORDS:** Atlanto-axial instability, C1-2 fusion, Os odontoideum, Posterior arthrodesis

### GİRİŞ

Kraniyoservikal bileşke, kafatasının omurgaya geçiş bölgesi olup çok önemli nörovasküler yapıları içermesi nedeniyle kompleks bir anatomisi vardır. Bu bölgenin cerrahi patolojileri, tanı ve tedavi anlamında da güçlükler içermektedir. Bütün bu zorluklara rağmen her zaman nöroşirürji pratiğinin ilgisini çekmiştir. Patolojileri; konjenital, edinsel, travmatik ya da daha birçok nedenlere bağlı olarak gelişebilmektedir (1,8-11, 16). Bunlardan bir tanesi de konjenital anomaliler grubunda bulunan Os odontoideum'dur (1,9,10). Terminolojik olarak bakıldığında ise, ayrıık dens hastalığı, bütünleşmeyen dens, bağımsız dens parçası hastalığı gibi adlandırılmaları hak eden bir patolojidir. Odontoid proses anomalileri aslında sık rastlanan konjenital anomalilerden değildir. İlk olarak Giacomini tarafından 1880 yılında postmortem bir bulgu olarak tanımlanmıştır (1). Kazanılmış ve konjenital delillerin varlığı nedeniyle etiyojisi halen tartışmalıdır (1, 4, 8-10). Os odontoideum olguların travmatik olma şüphesini ortadan kaldıracak yapılmış bilinen bir çalışma halen yoktur. Bu

serbest bağımsız parçanın anatomik yerleşimi çoğu zaman klivus 1/3 alt bölgesinde yapışık olarak gözükmektedir ki buna distopik, daha da az rastlanan tipi olan orthopik tipinde ise serbest parça normal yerinde imiş gibi hareket eder. Os odontoideum olgularının bir kısmı baziler invajinasyona, bir kısmı servikomedüller kompresyon bulgularına yol açarken bir kısmında da nörolojik ya da mekanik instabilite yaratmadan hayatlarını bitirebilmektedirler (2,3,5-9). Bu nedenle tedavileri çok geniş bir yelpaze içermektedir. Biz bu bölümde bu patolojinin konservatif tedavisi ve cerrahi endikasyonlarını ve tekniğini bir olgu sunumu ekleyerek okuyucunun bilgisini artırmayı hedefledik.

### OLGU SUNUMU

22 yaşında erkek hasta. Boyun ağrısı nedeniyle başvurduğu merkezde ilaç verilerek yollanmış. Bir ay sonra ağrısı geçmeyince servikal manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yapılmış ve os odontoideum olabileceği söylenerek oksipitoservikal fiksasyon cerrahisi önerilmiş. Hastanın fizik muayenesinde bir özellik yoktu. Nörolojik muayenesinde oksipital nevralsi

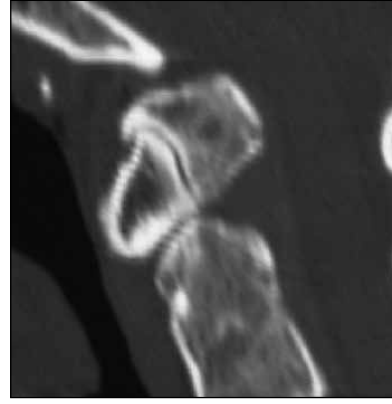
ve derin tendon reflekslerinde orta derecede artış dışında bir özellik yoktu. Öz geçmişinde travma öyküsü yoktu. Boyun ve ense kökü ağrısı için uzun dönem ağrı kesiciler kullanmış ama son zamanlarda ağrısı artmış idi. Hastanın tüm tetkikleri doğal olup ve soy geçmişinde bir özellik yok idi. Direkt dinamik röntgen graflerinde belirgin instabilitesi mevcut idi. Atlanto-dental aralık ekstansiyonda düzelirken (Şekil 1) fleksiyonda 12 mm kadar açılım (Şekil 2) ve instabilite bulgusu veriyordu. Servikal sagittal tomografi rekonstrüksiyonunda "Jigsaw" belirtisi pozitif idi (Şekil 3). Eklem yüzeylerinin düz ve displastik bir eklem gibi görülmesi ve normal anatomisinde imiş gibi gözükmesi nedeniyle "orthopik" tipine uyuyordu. Çekilen MRG'lerinde (Şekil 4, 5) de os odontoideum parçasının ana gövdeden tomografiye göre daha da uzaklaştığı ya da hareketle belirgin



**Şekil 1:** Boyun ağrısı nedeniyle başvuran 22 yaşında erkek hastanın direkt dinamik röntgen radyolojisinde belirgin instabilitesi mevcut idi. Atlanto-dental aralık ekstansiyonda düzeliyordu.



**Şekil 2:** Aynı hastanın atlanto-dental aralığı fleksiyonda 12 mm kadar açılıyordu.



**Şekil 3:** Servikal sagittal tomografik rekonstrüksiyonunda pozitif "Jigsaw" belirtisi görülmektedir.



**Şekil 4:** Çekilen T2-MRG'de os odontoideum parçasının ana gövdeden uzak olduğu görülmektedir.



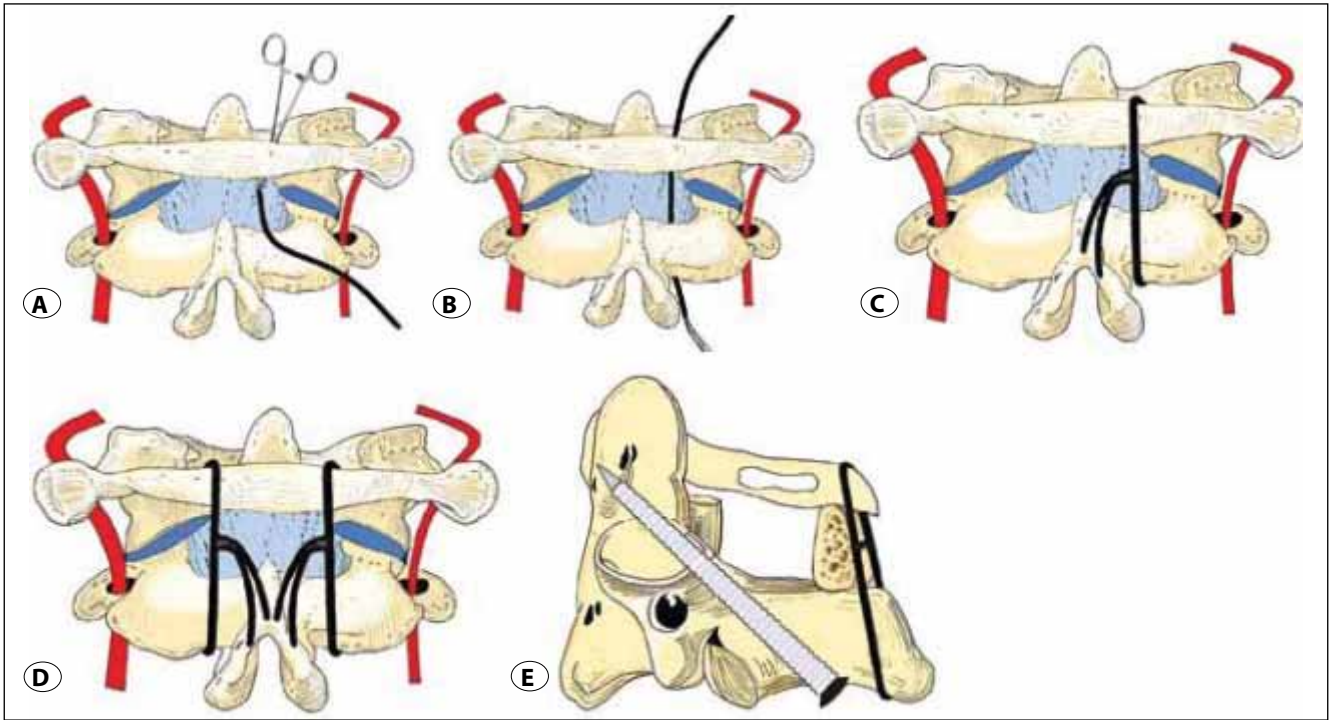
**Şekil 5:** Çekilen T1-MRG'de os odontoideum parçasının ana gövdeden uzak olduğu görülmektedir.

derecede migrasyon gösteren özellik sergiliyordu. Cerrahi tedaviye karar verildi.

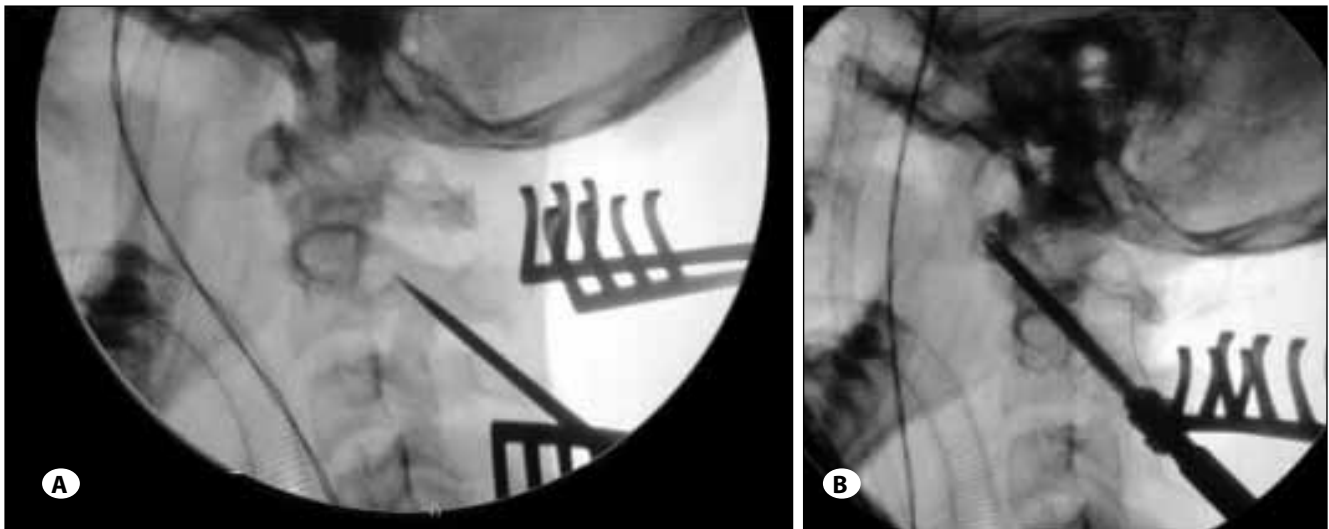
### Cerrahi

Pron pozisyonunda inion—C4 arası orta hat intermusküler septumdan girilerek C0-C1-C2-C3 posterior oksipitoservikal osseöz anatomi ortaya kondu. Kalın 0 numara ipeklerle yapılan sarmal ipekler iki yanlı C1 ve C2 laminalarından geçirilerek (13) C1 ve C2 bağlanarak açık redüksiyonla os odontoideumun yerine oturduğu skopi ile kontrol edildi (Şekil 6). Her iki C2 pedikül giriş noktası hazırlandı. Laminanın superior köşesi 7

mm lateral 5 mm inferiorundan 30°mediolateral, 25°de kranial trajeksiyonla 3,5 mm x 40 mm lale başlı ya da oynar başlı vida gönderildi. Lale başlı oynar başlı vida gönderilmesinin nedeni ileride revizyon planlaması gerekirse sistemi uzatmak için rod yerleştirilmesi gerektiğinde bu kolaylık sağlamakta ve çıkartılması da daha kolay olmaktadır. Bu işlem sırasında kanal içine ve vertebral artere yönelmemek için her 3 korteksi de geçerken son noktaya kadar skopi altında bakılmalı ve kanal içine de dissektörle bakılmalıdır. Her vida toplam 3 korteksi geçerek C1 anterior tüberkülünün yakalanması sağlandı (Şekil 7A, B). Bu 4 korteks;



Şekil 6: C1 ve C2 bağlanarak açık redüksiyonla os odontoideum'un yerine oturtulması görülmektedir.



Resim 7: Os odontoideum'un yerine oturduğunu gösteren skopi görüntüleri görülmektedir.

1. C2 giriş korteksi
2. C2 Superior artiküler yüzü
3. Atlasın inferior eklem yüzü
4. Korteks olarak da atlasın anterior nöral arkusunun kemik yüzeyi son delinen kortekstir. C1-2 Sontag tipi interlaminar iliak kanat otogrefti yerleştirildikten sonra sonlandırıldı. (Yazarın kişisel tecrübesine göre, allogreft bu bölgede kullanılmamalı ve otogreft bu bölgede altın

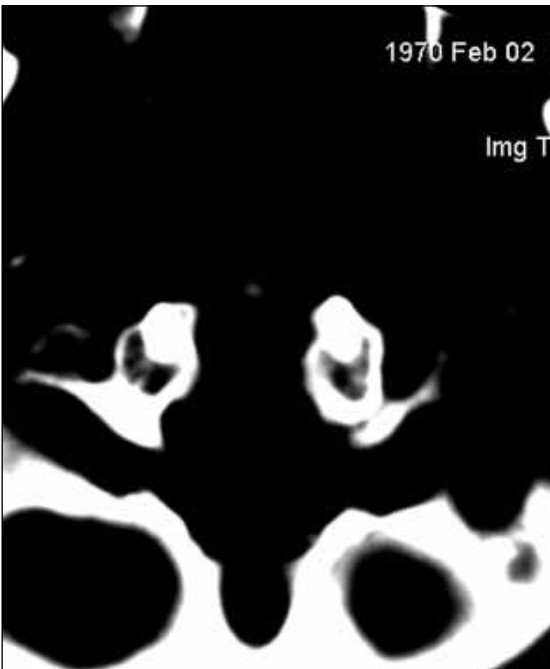
standarttır. Postop. erken dönem direkt grafisinde (Şekil 8A, B) redüksiyonun tam olduğu seçilmekte vida uçlarının da atlasın massa lateralis'lerini tamamen yakaladığını aksiyal tomografide görmekteyiz (Şekil 9). 6 ay kontrol MRG de de anatomik dizilimin tam olduğu seçilmektedir (Şekil 10).

### TEDAVİ

A- Aseptomatik olgularda tutucu tedavi



**Şekil 8:** Postoperatif erken dönem direkt lateral ve anteroposterior grafilerde her vidanın toplam 3 korteksi geçerek C1 anterior tüberkülünü yakalaması görülmektedir.



**Resim 9:** Vida uçlarının atlasın massa lateralislerini tamamen yakaladığı aksiyal tomografide görülmektedir.



**Şekil 10:** Altıncı ay kontrol MRG'de anatomik dizilimin tam olduğu seçilmektedir.

B- Semptomatik olgularda ise cerrahi tedavi uygulanır. Literatürde tanımlanan bu teknikler;

1. Anterior Odontoid fiksasyonu: Seçilmiş olgularda (9, 10)
2. Posterior C1-2 redüksiyon ve transartiküler fiksasyon sonrası otogreftle C1-2 artrodez
3. Posterior C1-2 segmenter fiksasyon, redüksiyon ve C1-2 otogreftle artrodez
4. Anterior C1-2 retrofaringeal fiksasyon (15)
5. İrredükte olan olgularda anterior dekompresyon sonrası C0-1-2 okipitoservikal fiksasyon ya da sadece anterior C1-2 plak vida fiksasyon (22-25)
6. Baziler invajinasyon yapmış ve oksipito-atlantik instabilite olgularında ise C0-1-2 oksipitoservikal fiksasyon ve füzyon (22, 25)
7. Endonazal endoskopik rezeksiyon (14)
8. Redükte edilebilen ve edilemeyen os odontoideum olgularında posterior telleme otogreftle füzyon (23)
9. C2 translaminar C1 yan kitle vidası ile fiksasyon, redüksiyon ve füzyon (17)
10. Posterior trans-odontoid fiksasyonu: Kotil tekniği (12)
11. Halo (5).

### TARTIŞMA

Odontoid proses ile ilgili literatürde tanımlanan konjenital anomaliler aplazi, hipoplazi, duplikasyon, kondilustertius, osikülüm terminale (os avis) ve os odontoideum'dur (10,11). Bunlardan en sık izleneni os odontoideum'dur (10). Os odontoideum, düzgün kortikal kenarlı, atlasın anterior arkının arkasında yerleşen, hipoplastik odontoid prostenen ayrı, oval, yuvarlak ya da amorf kemik parçasıdır (1,10). Os odontoideumun C1 anterior arkının posteriorunda bulunan ayrı kemik parçasını tanımlamak için kullanılır olmuştur. Eğer odontoidin tepesi atlas ve aksise göre beklenen lokalizasyonunda ise *ortotopik*, foramen magnum bölgesi alt klival bölgede ise *distopik* olarak isimlendirilmelidir (2, 10). Etiyoloji konusundaki tartışmalar halen devam etmektedir. Bazı araştırmacılar bunun konjenital olduğunu bazılarının ise travmaya maruz kalmış odontoidin geç dönem bulgusunu görmekte olduğumuzu söylemektedirler (5). Os odontoideumun Down sendromu, Klippel-Feil sendromu ve multipl epifizyal displazi gibi anomalilerle birlikteliği bilinmektedir. Bu da son radyolojik çalışmalarda patolojinin bir konjenital durum olduğunu söylemektedir (1, 11). Yalancı eklem bulgusu olarak ileri sürülen odontoidle atlasın anterior arki arasındaki "jigsaw" belirtisi (Şekil 3) konjenital etiyojijiyi savunanların görüşünü desteklemektedir (1,18,23). Bazıları ise bu durumun erken çocukluk döneminde oluşan travmaya bağlı kemik ve ligaman hasarı sonrası oluştuğunu düşünmektedir (3). Burada travma sonrası densin kan akımının bozulduğu ve odontoidde kaynamama ya da yalancı eklem neden olduğunu öne sürülmüştür. Yani birleşme göstermeyen odontoid varlığından söz edilmektedir. Fraktür parçaları ile aradaki mesafe spesifik olarak daha dar olup, aksis vertebranın superior fasetleri seviyesi altında aksisin gövdesi

içine doğru uzanır. Fraktür parçaları yap-bozda olduğu gibi dinamik grafilerde uç uca uyum sağlamakla kendini belli eder. Oysa os odontoideumda hatlar daha yuvarlak daha displastik gibi görülmektedir. Atlasın anterior arkının hipertrofi ve spinolaminar bilekşe çizgisinin bozulması radyografik bulgularındadır, fakat os odontoideum için spesifik değildir (4, 5, 22). Dens kırıklarında köşeler irregüler ve korteks düzensizdir. Os odontoideumun farkı düzgün kenarlı, oval ya da yuvarlak, korteksi korunmuş ve köşeleri nispeten sklerotik olmasıdır (21). Atlasın anterior tüberkülünün hipertrofi ve sklerozu os odontoideumu densin akut fraktüründen ayırmak için kullanılmıştır (4,22). Odontoid prosesin morfolojik gelişimine bakıldığında C2 korpusu ile füzyonu en geç 7.yılda birleşmesini tamamlamalıdır (8,20). Nedeni ne olursa olsun bu durum aksisin korpusunun üst kısmında küçük hipoplastik odontoid gelişimi ve atlasın anterior arkının posteriorunda aksisin korpusu ile devamlılığı olmayan ayrı bir kemikçik gelişimine yol açar (21).

Os odontoideum olgularının semptomatolojisi çok değişkendir. Tesadüfen yakalanan asemptomatik olgular mutlaka iyi değerlendirilmeli, hemen cerrahi endikasyon konulmamalıdır. Olguların yarısından fazlasında semptomatolojisi yokken çok az kısmında ise izlenim sürecinde nörolojik bulgu vermişlerdir ki bu oran sadece % 6 kadardır. Olguların sadece % 44'ünde miyelopati varken, boyun ağrısı yakınmaları olan hastaların yüzdesi ise % 66'dır (9). Akut kuadripleji ya da ölüm oranının ne olduğu kanıt düzeyi düşük serilerde vardır ancak bunda fikir birliği sağlanmamıştır (23). C1-2 seviyesinde spinal kanal geniş olduğu için rölaf olarak bu bölgede semptoma pek rastlanmaz (4). Olguları dinamik filmlerle irdelediğimizde dens parçasının hareket yelpazesi iyice araştırılmalıdır. Asemptomatik bazı olgularda hastalar tedavi edilmemiş ve seneler boyunca devam eden yeni sorunları gözlenmemiştir (14). Semptomatik olgularda en sık oksipital nevralsi ve omuz ağrısı izlenir. Daha az sıklıkla bildirilen semptomlar baş ağrısı, tortikolis, zayıflık ve güçsüzlüktür. En ciddi komplikasyon C1-C2 instabilite spinal kord kompresyonuna veya vertebral arterin stenozuna neden olduğunda oluşur. Literatürde tedavi edilmemiş ve yıllar boyunca devam eden takip süresince yeni sorunları gözlenmemiş çok sayıda asemptomatik ve semptomatik olgular vardır. Tam aksine os odontoideumla ilişkili minor travma sonrası gelişen ani spinal kord hasarlı olguların da olabileceği unutulmamalı ve olgular yakından uygun aralıklarla takip edilmelidir (1,16,23).

İlk görüntüleme modalitesi olarak direkt servikal radyografiler çekilmelidir. Çoğu olguda direkt servikal grafilere os odontoideum tanısı için yeterlidir (13). Os odontoideum olgularında C1-2 instabilitenin yüksek oranda izlenmesi nedeniyle dinamik servikal fleksiyon-ekstansiyon grafilere instabilitenin derecesini belirlemek için elde edilmelidir (4,6). Atlasın ön arkının arka korteksi ile densin korteksinin önü arasındaki boşluğun genişliği ölçülür. Bu büyük çocuklarda ve erişkinlerde 3 mm'den, çocuklarda 4,5 mm'den fazla olursa anormal olarak değerlendirilir. Eğer anterior instabilite varsa os odontoideum C2 korpusunun önüne sublukse olur, posterior instabilitede ise boyun ekstansiyonu boyunca os odontoideum spinal ka-

nalın içinde hareket eder (3, 18). C1-2 instabilite spinal kord basısı oluşturarak myelopatiye yol açabilir. Spierings ve Braakman (19) os odontoideumlu 37 hastanın 21'inde fleksiyon/ekstansiyon servikal grafiler veya tomografilerle yaptıkları çalışmada os odontoideum olgularında C1-C2 instabilitesinin derecesinin nörolojik tablo ve myelopati derecesi ile uyumlu olmadığı ve radyografilerde sagittal spinal kanal çapının 13 mm ya da daha az ise myelopati ile güçlü ilişki gösterdiği sonucuna ulaşmıştır. Düz servikal grafiler os odontoideum için sıklıkla tanısals olsa da multiplanar BT inceleme (sagittal, koronal ve 3 boyutlu reformasyonlu) kortikal konturları ve lokalizasyonu göstermede üstündür (13). Ossikulun klivusa doğru olan superior migrasyonunu göstererek C2 vertebral korpus ile densin devamsızlığını açıkça ortaya koyar (4). Cerrahi girişim öncesi spinal kord kompresyonu, ilgili osseöz anomaliler, C1 ve C2 düzeyinde vertebral arterin seyri ve yüksek seyirli (high riding) vertebral arterin seyri gibi birçok özellik araştırılır. Bunlar araştırılması gereken önemli unsurlardır. Dinamik (fleksiyon ve ekstansiyon) mutiplanar BT inceleme kraniyo-vertebral bileşkenin kemik anatomisi ve malformasyonlarını ortaya koyarak atlasın bütünlüğü, C1 ve C2 düzeyinde transvers foraminaların pozisyonu ve konjenital füzyon hakkında bilgi sağlar. Servikomedüller kompresyonun uzanımını açıkça belirlemesi üstün özelliklerindedir (7). Preoperatif MRG yumuşak doku anomalilerini ya da retroodontoid pannus ya da reaktif dokuların servikomedüller kompresyonun uzanımını çok iyi gösterir, ilaveten spinal kord bölgesindeki omurilik değişikliklerini değerlendirmede üstün bir modalitedir (7, 21). Hastalar için preoperatif dönemlerinde önem arz eden MRG tetkiki postoperatif dönemde önemini hem füzyonu iyi göstermemesi hem de artefakt ya da görüntü kirliliği yaratması nedeniyle uygun değildir. Bunun yerine tomografi ile takibi daha uygun olacaktır.

### SONUÇ

Os odontoideum nadir olmasına karşın odontoid prosesin en sık izlenen anomalisidir. Ani ölüm dahil çeşitli semptomlara neden olabilen bu patolojinin iyi tanınması, ve travmalı hastalardaki os odontoideumundan ayırt edilmesi gerekir. Bu nedenle MRG ile yetinmemek, 3 boyutlu tomografik çekimlerle kırığın taze olup olmadığını BT ile, akut veya inisiyal instabilite için de dinamik direkt radyografi ya da dinamik MRG ile ayırt edici özellikleri belirlendikten sonra cerrahiye karar verilmelidir. Cerrahi endikasyonu tam olan olgularda C1-2 artrodezin tipini tayin edecek olan cerrahın tecrübesi yanında ek patolojileri ve olgunun kendi karakteristik özellikleridir. Komplikasyonları son derece azdır ve kabul edilebilir sınırlardadır.

### KAYNAKLAR

- Arvin B, Fournier-Gosselin MP, Fehlings MG: Os odontoideum: Etiology and surgical management. *Neurosurgery* 66 Suppl 3:22-31,2010
- Fagan AB, Askin GN, Earwaker JW: The jig saw sign. A reliable indicator of congenital aetiology in os odontoideum. *Eur Spine J* 13(4):295-300, 2004
- Fielding JW, Griffin PP: Os odontoideum: An acquired lesion. *Bone Joint Surg Am* 56(1):187-190, 1974
- Henderson S, Henderson D: Os odontoideum with associated multidirectional atlantoaxial instability: Imaging and clinical considerations. *J Can Chiropr Assoc* 50(2):111-117, 2006
- Holt G, Helms C, Munk P, Gillespy T: Hypertrophy of C1 anterior arc: Useful sign to Distinguish os odontoideum from acute dens fracture. *Radiology* 173:207-209, 1989
- Hughes TB Jr, Richman JD, Rothfus WE: Diagnosis of Os odontoideum using kinematic Magnetic resonance imaging. A case report. *Spine (Phila Pa 1976)* 24(7):715-718, 1999
- Jain VK, Behari S: Management of congenital atlantoaxial dislocation: Some lessons learnt. *Neurol India* 50(4):386-397, 2002
- Kirlew KA, Hathout GM, Reiter SD, Gold RH: Os odontoideum in identical twins: Perspectives on etiology. *Skeletal Radiol* 22(7):525-527, 1993
- Klimo P Jr, Kan P, Rao G, Apfelbaum R, Brockmeyer D: Os odontoideum: Presentation, diagnosis, and treatment in a series of 78 patients. *J Neurosurg Spine* 9(4):332-342, 2008
- Klimo P Jr, Coon V, Brockmeyer D: Incidental os odontoideum: Current management strategies. *Neurosurg Focus* 31(6):E10, 2011
- Kotil K, Kalayci M, Bilge T: Management of cervicomedullary compression in patients with congenital and acquired osseous-ligamentous pathologies. *J Clin Neurosci* 14(6):540-549, 2007
- Kotil K, Köksal NS, Kayacı S: Posterior transodontoid fixation: A new fixation (Kotil) technique. *J Craniovertebr Junction Spine* 2(1):41-45, 2011
- Kotil K, Bilgili MG, Kayacı S: Reduction and arthrodesis with sublaminar spiral silk in Atlantoaxial joint instability. *Acta Orthop Traumatol Turc* 48(4):443-448, 2014
- Leng LZ, Anand VK, Hartl R, Schwartz TH: Endonasal endoscopic resection of an os Odontoideum to decompress the cervicomedullary junction: A minimal access surgical technique. *Spine (Phila Pa 1976)* 34(4):E139-143, 2009
- Lu J, Ebraheim NA, Yang H, Heck BE, Yeasting RA: Anatomic considerations of anterior transarticular screw fixation for atlantoaxial instability. *Spine (Phila Pa 1976)* 23(11):1229-1235; discussion 1236, 1998
- Mark N, Hadley H: Os odontoideum. *Neurosurgery* 50 Suppl 3:S148-155, 2002
- Parker SL, McGirt MJ, Garcés-Ambrossi GL, Mehta VA, Sciubba DM, Witham TF, Gokaslan ZL, Wolinsky JP: Translaminar versus pedicle screw fixation of C2: Comparison of surgical morbidity and accuracy of 313 consecutive screws. *Neurosurgery* 64(5) Suppl 2:343-348, 2009
- Shaffrey CI, Chenelle AG, Abel MF, et al: Anatomy and physiology of congenital spinal lesions. In: Benzel EC (ed), *Spine Surgery; Techniques, Complication Avoidance, and Management*, ikinci baskı, Philadelphia: Elsevier Churchill Livingstone, 2005:61-87
- Spierings EL, Braakman R: The management of os odontoideum. Analysis of 37 cases. *J Bone Joint Surg Br* 64(4):422-428, 1982

20. Stevens JM, Chong WK, Barber C, Kendall BE, Crockard HA: A new appraisal of abnormalities of the odontoid process associated with atlanto-axial subluxation and neurological disability. *Brain* 117(Pt1):133-148,1994
21. Thomas M, Frank J: Atlantoaxial instability associated with an orthotopic os odontoideum: A multimodality imaging assesment. *Emergency Radiology* 11:223-225, 2005
22. Vickers E: Atlantoaxial anomalies with particular emphasis on os odontoideum. *J Manipulative Physiol Therap* 13(8):471-476, 1990
23. Visocchi M, Fernandez E, Ciampini A, Di Rocco C: Reducible and irreducible os odontoideum in childhood treated with posterior wiring, instrumentation and fusion. Past or present. *Acta Neurochir (Wien)* 151(10):1265-1274, 2009
24. Yamashita Y, Takahashi M, Sakamoto Y, Kojima R: Atlantoaxial subluxation. Radiography and magnetic resonance imaging correlated to myelopathy. *Acta Radiol* 30(2):135-140, 1989
25. Wang X, Fan CY, Liu ZH: The single transoral approach for os odontoideum with irreducible atlantoaxial dislocation. *Eur Spine J* 19 Suppl 2:S91-95, 2010