

**Dr. Hakan ÇAKIN** Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Ana Bilim Dalı, Antalya  
✉ hakancak@yahoo.com**Derleme / Review**Geliş tarihi : 01.12.2021  
Kabul tarihi : 06.12.2021

## 2. Kranioservikal Bileşke Radyolojisi

### Craniocervical Junction Radiology

#### ÖZ

Kranioservikal bileşke, oksipital kemik, klivus, foramen magnum, servikal omurlar içinden Atlas ve Aksis, ayrıca tüm bunları birbirlerine bağlayan ligamanları içerir. Bölge anatomisi ve patolojilerini anlamak ve tespit etmek için direkt grafi, bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme, doppler ultrasonografi gibi radyolojik inceleme yöntemlerini kullanılır. Direkt grafi, ilk kullanılan ve iyi bildiğimiz bir radyolojik tekniktir. Pratik, ucuz, kolay ulaşılabilir. Bilgisayarlı tomografi, kemik yapılar hakkında ayrıntılı bilgiler verir. Kemik anatomi, eklem yapısı, vertebra dizilimi, kabaca disk yapısı, spinal kanal ve kemik yapı ilişkisi, doğumsal gelişim anormallikleri, epidural veya subdural kanamalar ayrıntılı ve birden farklı düzlemde incelenebilir. Manyetik rezonans görüntüleme, yumuşak dokuları, ligamanları, kas ve bağ dokusunu, disk yapılarını, nöral elemanları, medullospinalisi, serebellumu, beyin omurilik sıvısı akımını, servikomedullar bileşkeyi iyi gösterir. Gelişen teknolojinin modern tıba yapacağı katkılarla, gelecekte elimizdekilerin yanı sıra daha ayrıntılı ve kolay kullanıma uygun görüntüleme yöntemlerine ulaşacağız.

**Anahtar Sözcükler:** Kranioservikal bileşke, Radyoloji, Direkt grafi, Bilgisayarlı tomografi, Manyetik rezonans görüntüleme

#### ABSTRACT

The craniocervical junction contains occipital bone, clivus, foramen magnum, Atlas, Axis and also the ligaments that connect them all. Radiological examination methods such as direct radiography, computed tomography, magnetic resonance imaging, doppler ultrasonography are used to understand and detect the anatomy and pathologies of the region. Direct radiography is the first used and well known radiological technique. It is practical, cheap and easily accessible. Computed tomography gives detailed information about bone structures. Bone anatomy, joint structure, vertebral alignment, disc structure, spinal canal and bone relationship, congenital abnormalities, epidural or subdural hemorrhages can be examined in detail and in more than one different plane. Magnetic resonance imaging shows soft tissues, ligaments, muscle and connective tissue, disc structures, neural elements, medullospinalis, cerebellum, cerebrospinal fluid flow and cervicomedullar junction. With the contributions of the developing technology to modern medicine, we will reach more detailed and easy-to-use imaging methods in the future.

**Keywords:** Craniocervical junction, Radiology, X-Ray, Computerized tomography, Magnetic resonance imaging

#### GİRİŞ

Kranioservikal bileşke (KSB), oksipital kemik, klivus, foramen magnum, servikal omurlar içinden Atlas ve aksis, ayrıca tüm bunları birbirlerine bağlayan ligamanları içerir. Kafanın omurga ile bağlantı noktasıdır ve kafanın fleksiyon, ekstansiyon, rotasyon ve yana eğilme hareketleri burada

oluşur (6,7). Kafatası, oksipital kondillerin, atlas (C1) ile yaptığı eklem sayesinde omurgaya bağlanır. Atlas (C1) ve aksis (C2) ise hem lateral massaları ile yaptıkları eklemler, hem de odontoid-C1 arasındaki eklem-ligaman kompleksi ile birbirine bağlıdır. Krusiat, apikal, alar ligamanlar, tektorial membran, anterior ve posterior atlantookspital memb-

ranlar ve eklem kapsülleri bölgenin stabilitesini sağlarlar. Kranioservikal bileşkeyi oluşturan yapılar önemli nöral elemanların etrafını sararak korurlar, bulbus, bulbomedüller bileşke, medulla spinalis, C1, C2 kökleri, serebellar tonsiller ve serbellumun bir kısmı bu nöral yapılardandır (6). Ayrıca vertebral arterler bu bölgede seyirlerini değiştirerek kafatasına girerler. Bölgede normal anatominin bilinmesi önemlidir, bunun yanında; doğumsal patolojiler, travmalara bağlı gelişen patolojiler, hastalıklar sonrası oluşan deformiteler bölgenin yapısını değiştirirler ve radyolojik yöntemler tanı koymak için kullanılır.

Bölge anatomisi ve patolojilerini anlamak ve tespit etmek için radyolojik inceleme yöntemleri kullanılır. Direkt grafi (DG), bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MR), doppler ultrasonografi (DUSG), üç boyutlu tomografi (3DBT) bu bölge için kullanılan ve aşağıda ayrıntılı bahsedeceğimiz yöntemlerdir (3).

### DİREKT GRAFİ

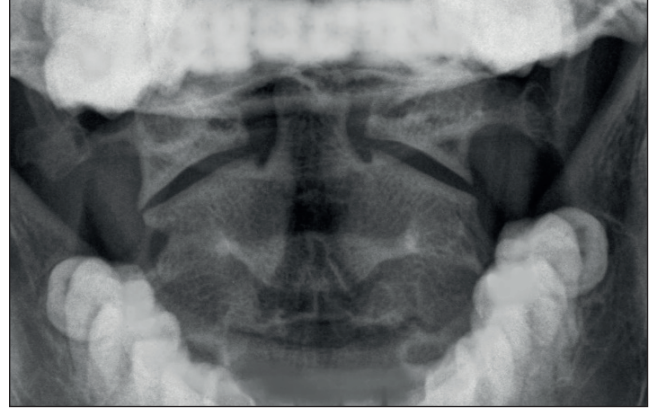
İlk kullanılan radyolojik teknik olması ve uzun yıllar başka yöntemler olmaması sebebiyle iyi bildiğimiz bir tetkiktir. Bugün kullanımda olan daha gelişmiş yöntemler olmasına rağmen, pratik, ucuz, kolay ulaşılabilir ve gerektiğinde portatif olması sebebiyle önemini korumaktadır. Kranioservikal bileşke bölgesi için, anteroposterior (AP), lateral (L), iki yönlü oblik grafiler ve odontoid için çekilen AP ağız açık odontoid grafisi kullanılır (Şekil 1).

Fleksiyon, ekstansiyon grafileri gibi dinamik grafiler de insitabilite değerlendirilmesi için oldukça önemlidir. Hastanın ayakta veya oturur pozisyonda olması, vertebral dizilimi ve lordozu en iyi pozisyonda gösterdiği için tercih edilir. Uygun bir direkt grafi için servikal birinci ve yedinci vertebralar arası tümünün görülmesi gerekir. Direkt grafide servikal vertebraları değerlendirirken tanımlanmış yüzey çizgileri mevcuttur (3,4). Lateral servikal grafide korpusların ön sınırı boyunca uzanan çizgi anterior marginal hat (a), korpusların arka sınırlarından uzanan çizgi posterior marginal hat (b), spinöz çıkıntılarının tabanı boyunca uzanan çizgi spinolaminar çizgi (c) ve uçları boyunca uzanan çizgi ise posterior spinöz çizgidir (d) (Şekil 2).

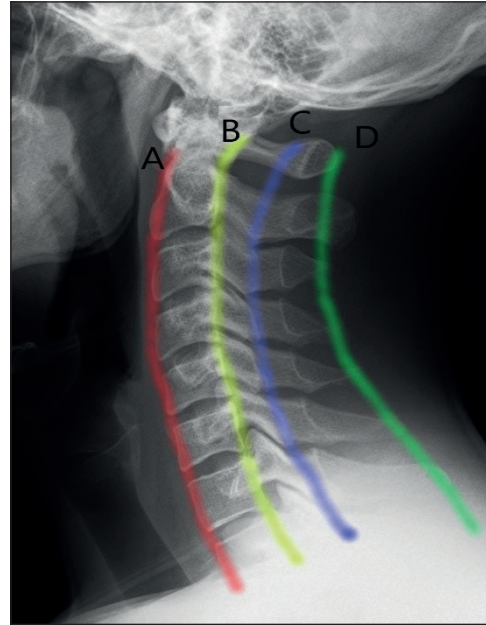
Bu çizgiler normal vertebra dizilimini değerlendirmemizde yardımcı olurlar, anormal dizilimler kolayca fark edilebilir. Normal, servikal listhezis, odontoid retrolisthezis görülen üç yan direk grafi örneği sırasıyla verilmiştir (Şekil 3A-C).

### BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ

Özellikle kemik yapılar hakkında ayrıntılı bilgiler verir. Kemik anatomisi, eklem yapısı, vertebra dizilimi, kabaca



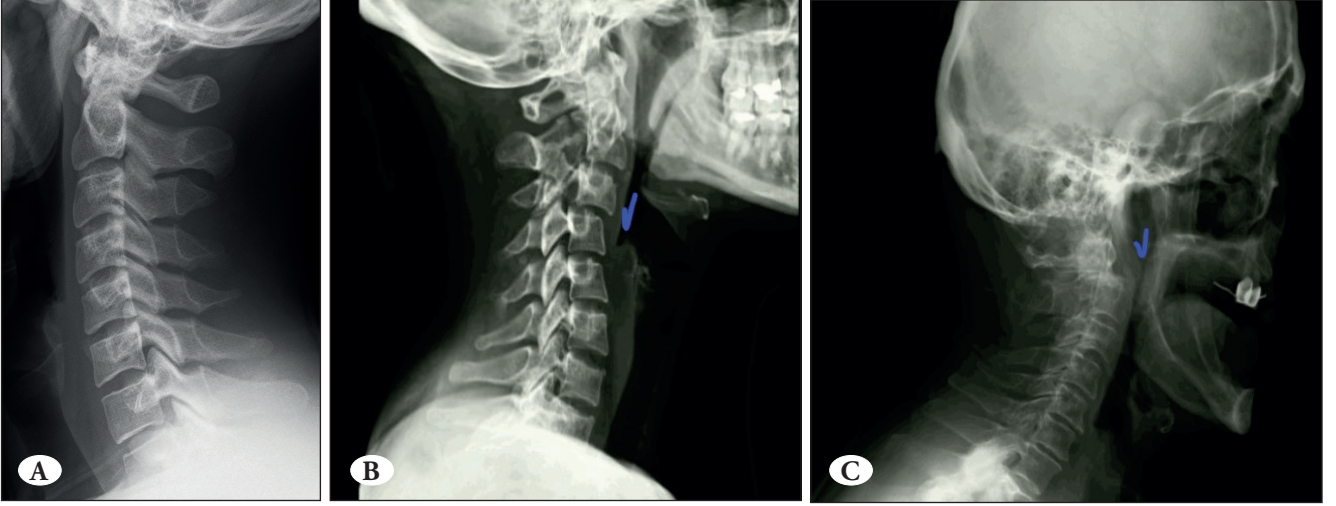
Şekil 1: Ağız açık odontoid grafisi.



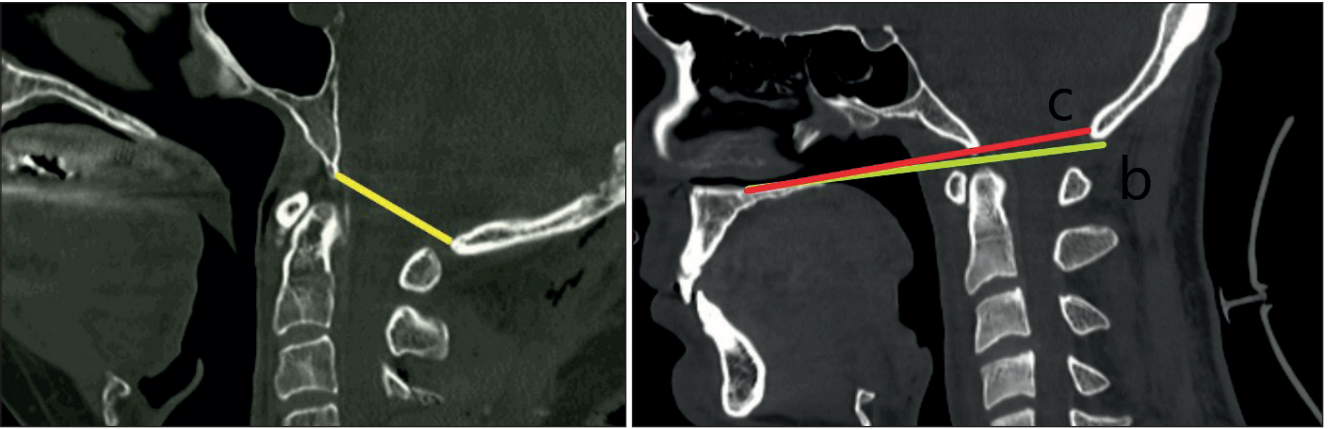
Şekil 2: Lateral direkt grafi, yüzey çizgileri.

disk yapısı, spinal kanal ve kemik yapı ilişkisi, doğumsal gelişim anomalileri, epidural veya subdural kanamalar ayrıntılı ve birden farklı düzlemde incelenebilir. Ayrıca diğer görüntüleme yöntemlerinde tespiti zor olan veya tespit edilemeyen, Jefferson kırığı, kayma olmayan odontoid kırıkları, vertebral foramen kırıkları, kemik dokuda olan ayrışmamış ince kırıklar gibi kırıklar da tespit edilebilir.

Kranioservikal bileşke anatomisini oluşturan yapıların birbirleri ile ilişkilerinde ve eklem yapılarında normal kabul edilen sınır değerler mevcuttur. Bu sınır değerlerde olan standart dışı sapmalar anomali ve bazen de instabilite kabul edilir. Bu normal dışı ölçüm değerlerinin derecesi, takip veya tedavi kararı vermede oldukça önemlidir. Aşağıda bu ölçümlerden özel olarak isimlendirilmiş ve sık kullanılanları, radyolojik görüntüleri ile birlikte verilmiştir (1,2,4,6,8,9).



Şekil 3: A) normal, B) servikal listhezis, C) odontoid listhezis.



Şekil 4: a) Mc Rae hattı, sarı ile işaretli hat. Mc Gregor hattı (b), Chamberlain hattı (c).

**McRae Hattı:** Sagittal BT görüntüsünde tam orta hatta klivus alt uç noktasından, foramen magnum oksipital arka noktasına çekilen düz çizgi hattıdır. Odontoid çıkıntının hiçbir bölümü bu çizgiyi geçmemelidir (Şekil 4a).

**Mc Gregor hattı:** Sagittal BT görüntüsünde tam orta hatta yumuşak damaktan, foramen magnum oksipital arka alt noktasına çekilen düz çizgi hattıdır (Şekil 4b).

**Chamberlain hattı:** Sagittal BT görüntüsünde tam orta hatta yumuşak damaktan, foramen magnum oksipital arka orta noktasına çekilen düz çizgi hattıdır (Şekil 4c). C1 anterior arkusu bu hattın altında olmalıdır, odontoid uç noktası ise ya bu hattın altında ya da hatta temas eder durumda olmalıdır. Odontoid bu hattın 5-6.2 mm üzerine çıkarsa basiler invaginasyondan bahsedilebilir.

Eğer odontoid kemik McRae çizgisini geçerse basiler invaginasyondan söz edilebilir (Şekil 5).

**Atlantodental aralık ve posterior atlantodental aralık:** Odontoid ile C1 ön arkusu arasında olan mesafe atlantodental aralıktır (Şekil 6a), 3 mm'nin üstü anormal kabul edilir, transfers ligaman yırtığını düşündürür (Şekil 6c), odontoid ile C1 arka arkusu arasındaki mesafeye ise posterior atlantodental aralık denir (Şekil 6b).

**Sfenoid açısı:** Sfenoid tabandan geçen çizginin klivus ile oluşturduğu açıdır, 150 derecenin altında olmalıdır (Şekil 7a).

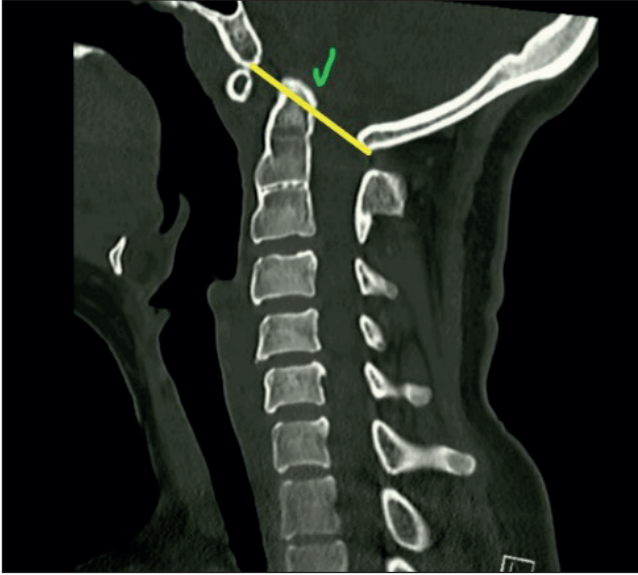
**Wackenheim klivus açısı:** Klivusdan geçen çizginin odontoid arkasından servikal kanala uzanan hat arası açıdır, fleksiyonda 150-ekstansiyonda 190 derecedir (Şekil 7b).

**Powers oranı:** Klivus en alt ucu olan basion ile atlasın posterior arkı arasındaki mesafenin (BC), oksipital kemik en arka alt ucu olan opistionun atlas anterior arkı arasındaki mesafesine (AO) oranıdır. Bu oranın 0.9' dan küçük olması



beklenir, 1' den büyük olması atlanto oksipital dislokasyon lehine yorumlanmalıdır (Şekil 8).

**Basion dental interval (BDİ):** Klivus alt ucu ile dens'in üst ucu arasındaki uzaklıktır. 12 mm ve altında ise normal



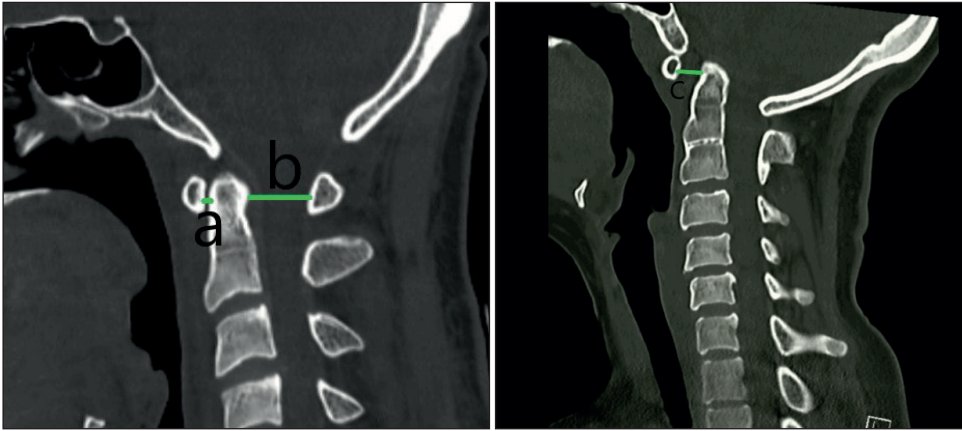
Şekil 5: Basiler invaginasyon, McRae hattını geçen odontoid tip.

kabul edilir (Şekil 9). Daha uzak aralıklar atlanto oksipital dislokasyona işaret edebilir.

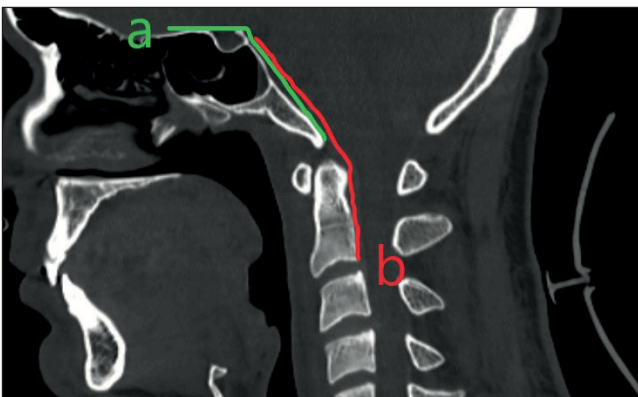
**Ranawat metodu:** Atlasın ön arkusu ve arka arkusu orta noktaları arası çekilen çizgi C1 in transvers aksını verir. Bu aksa C2 pedikül merkezinden yani odontoid-C2 birleşim orta noktasından çekilen çizginin uzunluğudur (Şekil10). Kadınlarda 13, erkeklerde 15 mm normal kabul edilir. Bu mesafenin kısalması C2 nin kranial migrasyonu açısından anlamlıdır.

**Spence Kuralı:** Ağız açık odontoid grafide veya koronal BT kesitlerinde her iki C1 lateral kitlesinin C2 üzerinde 7 mm den fazla laterale doğru kayması C1 Jefferson kırığını düşündürür (Şekil 11 a ve b).

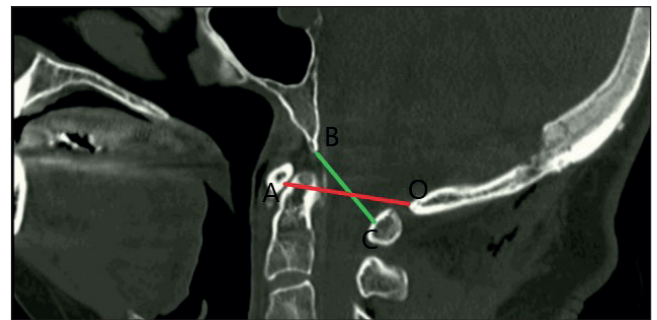
**Lateral atlantodental aralık:** Odontoid kemik ile C1 lateral massaları arasındaki mesafedir (a). Her iki mesafe arasındaki farkın 3 mm üzerinde olması asimetri için anlamlıdır. Aksiyal veya koronal BT görüntülerinde ölçülebilir. Başın rotasyonu ile asimetri görülmesi en sık sebep olmakla beraber (c), Jefferson fraktürü, rotatuar sublüksasyon, tortikolis gibi sebeplerle asimetri görülebilir (b) (Şekil 12).



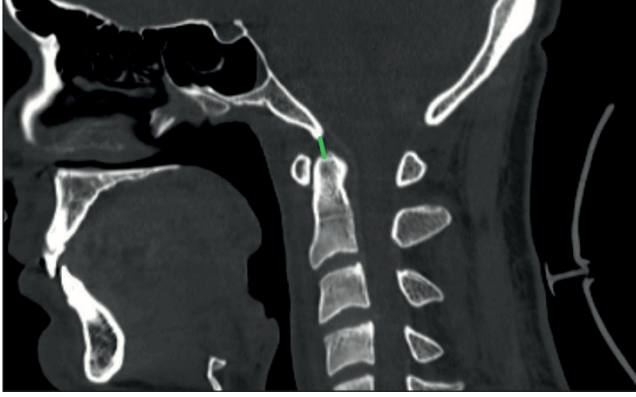
Şekil 6: Atlantodental (a), posterior atlantodental aralık (b), atlantodental instabilite (c).



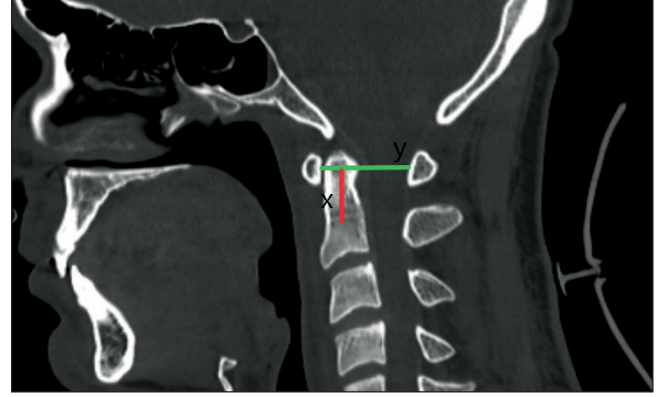
Şekil 7: Sfenoid açısı (a), Wackenheim klivus açısı (b).



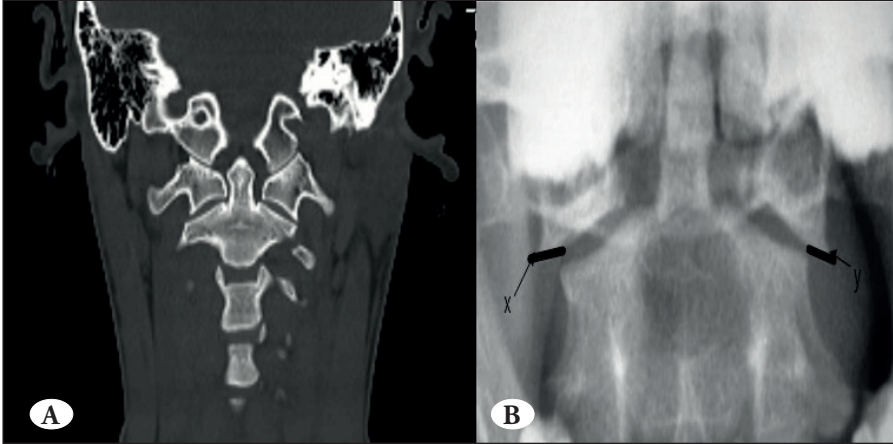
Şekil 8: Powers oranı.



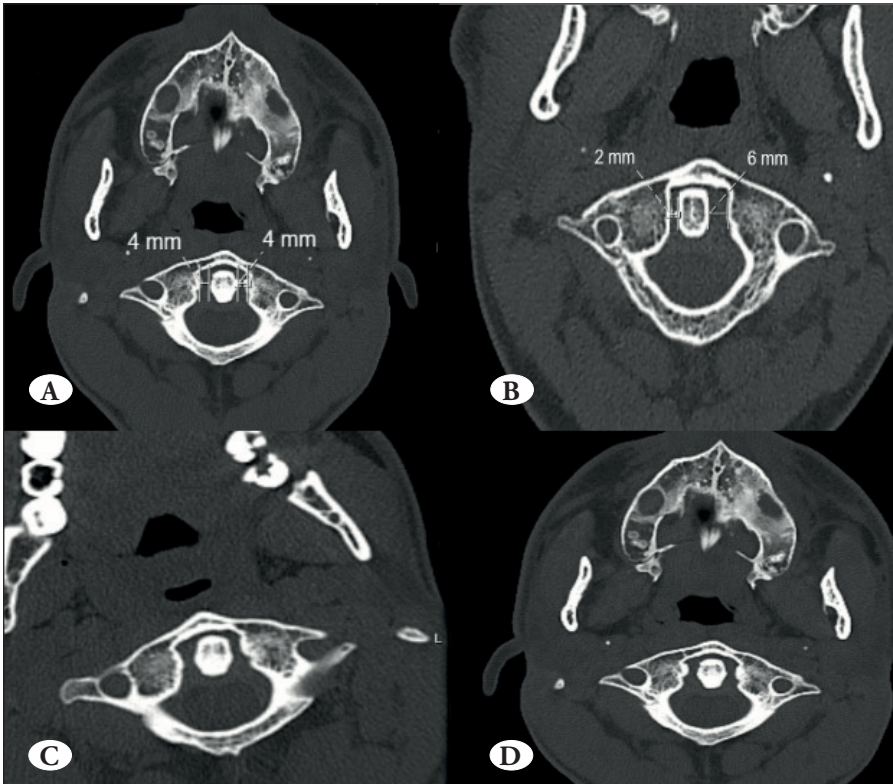
Şekil 9: BDİ.



Şekil 10: Ranawat metodu; y ile işaretli çizgi C1 transvers aksı, x ile işaretli çizgi erkekte 15, kadında 13 mm olmalı.



Şekil 11: A) normal, B)  $x+y > 7$ mm olan C1 Jefferson kırığı.



Şekil 12: Normal (A), asimetric (B), normal rotasyonlu (C) lateral atlanto dental aralık.



**Atlantookspital interval:** Oksipital kondiller ile atlasın üst eklem yüzeyleri arasındaki mesafedir. 2 mm 'nin altı normaldir (Şekil 13).

Bu radyolojik ölçümler kranioservikal bileşke problemlerine tanı koymada ve tedavi planını oluşturmada oldukça faydalıdır. Bunun dışında BT, oksipital kondil kırıklarında (a), C1 Jefferson ve arkus fraktürlerinde (b), odontoid fraktürlerinde (c), kemik kitlelerde (d) tanı koymada oldukça iyidir (Şekil 14 A-D). Cerrahi sonrası enstrüman lokalizasyonu kontrolünde de kullanılırlar (Şekli 15).

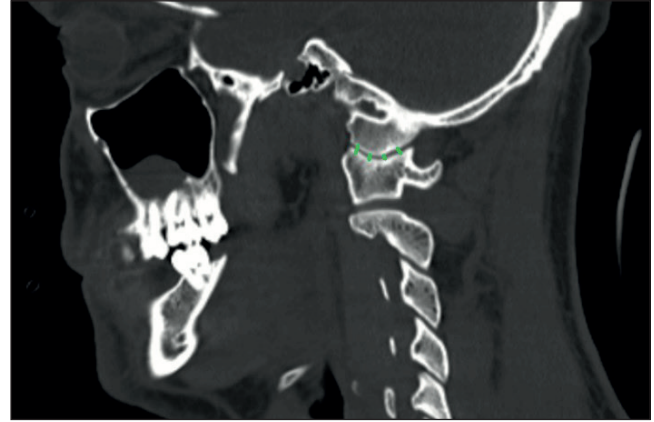
### MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR), KSB'nin anatomisinde yumuşak dokuları, ligamanları, kas ve bağ dokusunu, disk yapılarını, nöral elemanları, medullospinalisi, serebellumu, beyin omurilik sıvısı (BOS) akımını, servikomedullar bileşkeyi gösterir. Patolojik olarak, disk hernilerini, nöral yapılar basıy, yumuşak doku kitlelerini, nöral yapıda olan kitleleri, syrinks veya myelomalazi gibi nöral hasarları, serebellum ve tonsiller yapıları, Chiari malformasyonu, basiler invaginasyon ve platibasi gibi yapısal anomalileri, romatoid artrit gibi inflamatuvar hastalıkların hasarlarını, enfeksiyonları, travma sonrası özellikle transvers ve alar ligamanlar olmak üzere ligaman hasarlarını göstermekte çok önemlidir.

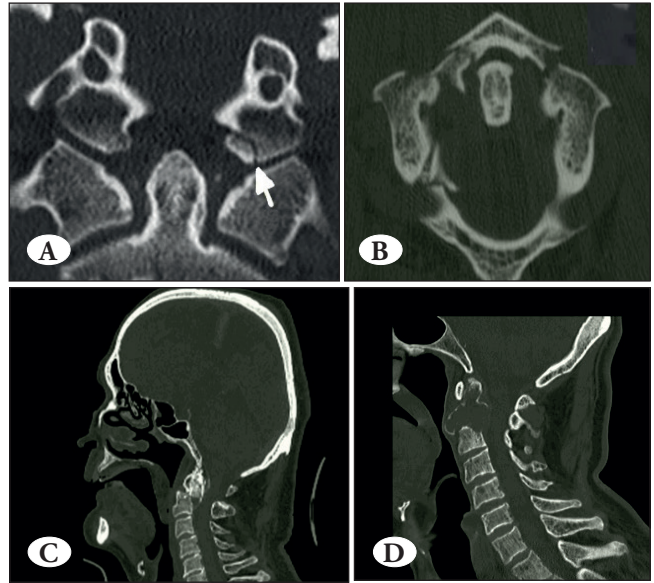
MR görüntüleri, sagittal, aksiyel, koronal olarak 3 kesitte alınabildiği gibi 3D olarak da yapılandırılabilir. Gelişen teknoloji ile beraber hâlen birçok yerde 1,5 tesla MR kullanılsa da, 3 tesla MR yaygınlaşmaya başlamıştır. Ayrıca deneysel olarak kullanılan 7 ve 12 tesla MR mevcuttur. Tesla ismi, Nikola Tesla'nın anısına 1960 yılında verilmiştir, sembolü T dir ve manyetik akım yoğunluğu birimidir. Büyük bir mıknatısın alanı 1 militesla civarındadır. Tesla değeri arttıkça MR da görüntü kalitesi ve ayrıntı derinliği artar. Ayrıca sıvıları parlak gösteren T2 sekans, sıvıları baskılayan ve siyah gösteren T1 sekans, BOS akımını gösteren CIS MR gibi aynı bölgeyi farklı amaçlarla incelemeye izin veren çekim teknikleri vardır. FLAIR sekans BOS un serbest su sinyallerini baskılayarak parankimi T2 ağırlığı artmış olarak görüntüler. Perfüzyon MR da mikroskobik kapiller akım incelenir. MR Myelogram ile BOS akımı ve bu akımı kesiyen uğratan bölgeler görülebilir (5,7,8,9,10).

Normal bir Servikal Sagittal MR da; servikomedüller bileşke, medullospinalis, serebellum alt kısmı, serebellar tonsiller, 4. Ventrikül, klivus, foramen magnum, oksipital kondiller eklemler, C1 ve C2, odontoid izlenir (Şekil 16).

Tektorial membran klivustan aşağıya doğru uzanarak C1, odontoid ve C2 gövdesinin arka yüzünü sarar (Şekil 17). Bu



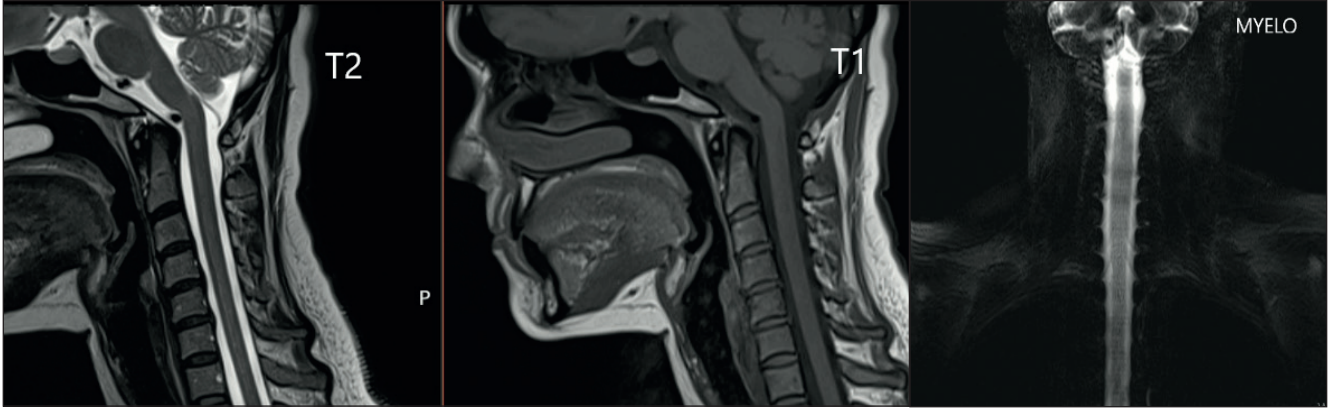
Şekil 13: Atlantookspital interval.



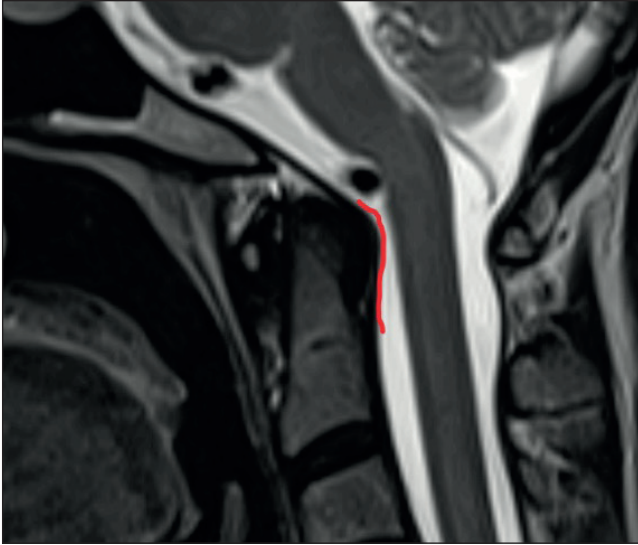
Şekil 14: Kondil fraktürü (A), Jefferson fraktürü (B), odontoid fraktürü, kitle (D).



Şekil 15: Cerrahi sonrası enstrüman kontrolü.



Şekil 16: T1, T2 ve myelo sekans normal sagittal MR.



Şekil 17: Tektorial membran.

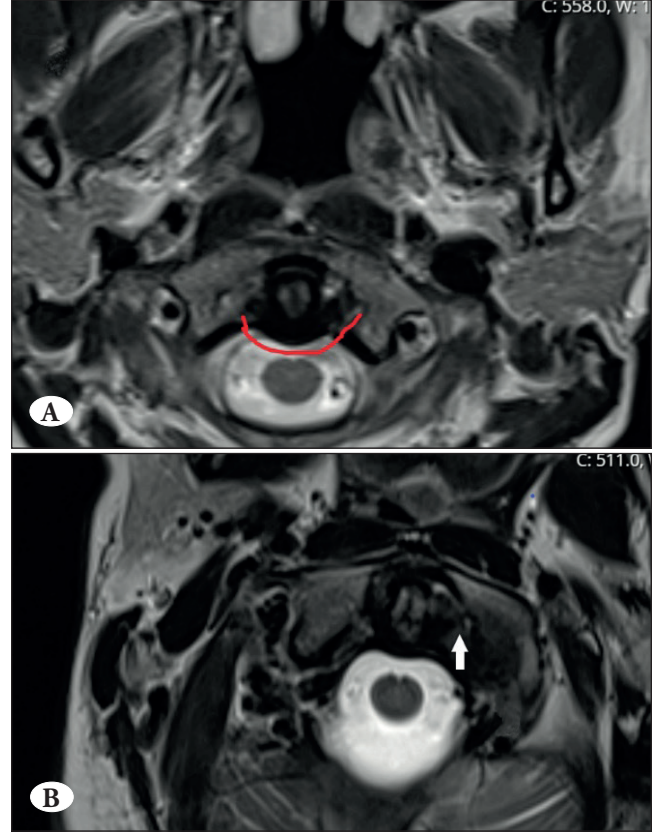
membranın bir parçası olan transvers ligaman ise odontoid kemiği arkadan sararak C1 anterior arkusa her iki yandan tutunur ve stabilizasyonu sağlar, hasarında ise instabilite gelişir (Şekil 18A, B).

Tümörler yapılar veya romatizmal hastalıklar vertebra bütünlüğünü bozarak, özellikle kontrastlı MR'da net görülürler (Şekil 19A, B).

Fraktürler ve nöral yapılarla ilişkileri de MR ile iyi değerlendirilebilir (Şekil 20A, B).

Odontoidin McRae hattının üstüne geçmesi ve servikomedüller bileşkeye bası yapması sonucu oluşan basiler invaginasyon da MR'da çok net tespit edilir (Şekil 21).

Serebellar tonsillerdeki sarkma (Chiari malformasyonu) (beyaz ok) ve servikal sirinks (kırmızı ok), MR ile kolaylıkla tespit edilen, ilerlemeleri MR ile takip edilebilen anomalilerdir (Şekil 22).

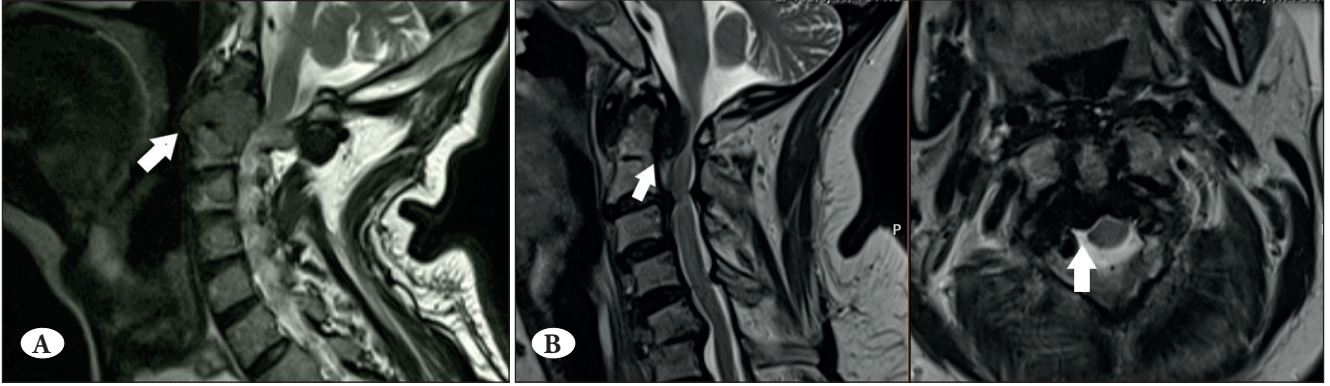


Şekil 18: Transver ligaman (A), rüptüre transvers ligaman (B).

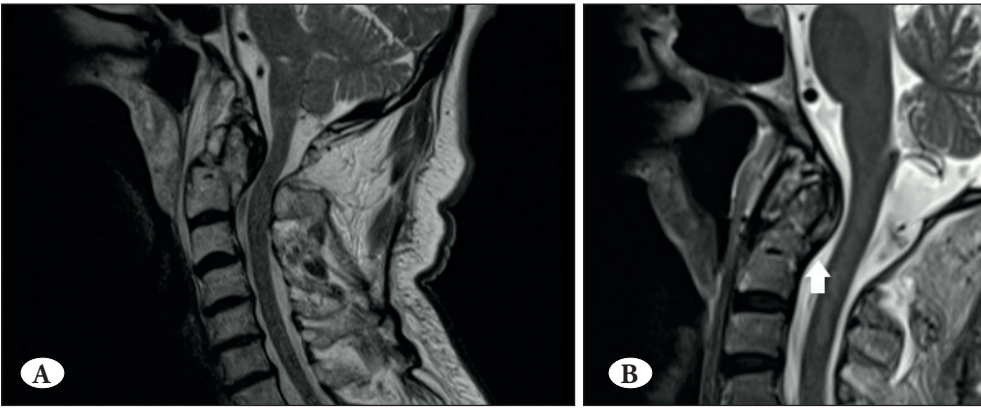
## DOPPLER ULTRASONOGRAFI

Doppler ultrasonografi (DUSG), vasküler yapıları ses dalgaları ile inceleyen alettir. Karotis arterleri ve Vertebral arterlerin boyutu, yerleşimleri, damar duvar özellikleri, kan akım hızları ve damar yapısını bozan patolojiler bu yolla izlenebilir. İnvaziv olmayan, kolay erişime ve kullanıma sahip, ancak eğitilmiş personel gerektiren bir tetkiktir. Servikal vertebra arasında yer alan kısmı DUSG ile incelemek zor olsa da kafatası içerisine giren kısmı transkraniyel doppler ile incelenebilir (11).

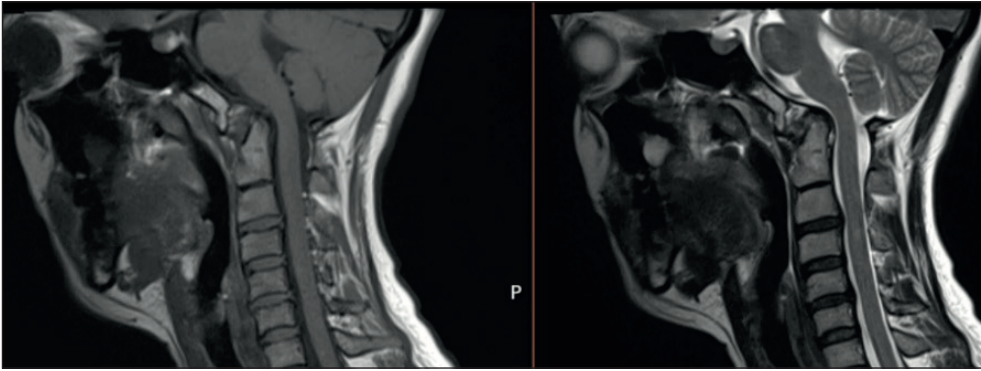




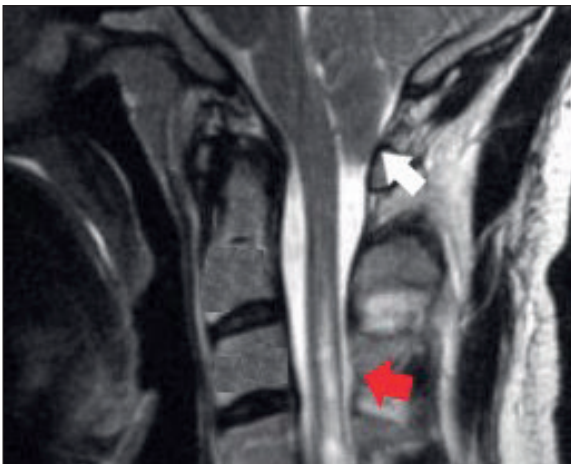
Şekil 19: C2 korpusu ve odontoidi tutan tümör (A) ve romatoid artrite bağlı pannus (B).



Şekil 20: Odontoid fraktürü (A) ve ligaman hasarı (B).



Şekil 21: Basiler invaginasyon.



Şekil 22: Chiari malformasyonu (beyaz ok), sirinks (kırmızı ok).



Kranioservikal bileşkenin anatomik yapısını ve patolojilerini görebilmek için direkt grafler ile başlayan yolculuk 3D BT ve 3 Tesla MR ile devam etmektedir. Gelişen teknolojinin modern tıbbı yapacağı katkılarla, gelecekte daha ayrıntılı ve kolay kullanıma uygun görüntüleme yöntemlerine ulaşacağız.

#### KAYNAKLAR

1. Bertozzi JC, Rojas CA, Martinez CR: Evaluation of the Pediatric Craniocervical Junction on MDCT. *AJR* 192:26,31, 2009
2. Chen YF, Liu HM: Imaging of craniovertebral junction. *Neuroimng Clin N Am* 19:483-510, 2009
3. Cunha Júnior AL, Silva Champs AP, Meirelles Mello C, Barduco Carvalho CM, Carvalho Godinho FJ, Machado Navarro MM, et al: Reliability of evaluation of the craniocervical junction by XR, CT and MRI in patients with genetic skeletal diseases. *Austin J Radiol* 8(1):1-9, 2021
4. Kazancı A, Şimşek S: Kraniovertebral bileşke: Radyolojik değerlendirme ve ölçümler. *Türk Nöroşir Derg* 25(2):116-121, 2015
5. Koç A, Karabıyık Ö, Tokmak TT ve ark: Demonstration of craniocervical junction abnormalities for diagnosis of atlanto-occipital assimilation using MRI. *Anatomy* 12(2): 76-82, 2018
6. Kumar M,Skandesh BM: Role of CT and MRI in evaluation of acquired disorders of craniocervical junction in a rural based medical college. *International Journal of Contemporary Medicine Surgery and Radiology* 3(3):C73-C76, 2018
7. Lee BCP, Deck MDF, Kneeland JB ve ark: MR ımagıng of the craniocervical junction. *Am J Neuroradiol* 6(2):209-213, 1985
8. Nidecker AE, Shen PY: Magnetic resonance imaging of the craniovertebral junction ligaments: Normal anatomy and traumatic injury. *J Neurol Surg B* 77:388-395, 2016
9. Talukdar R, Yalawar R, Kumar M: Imaging in craniovertebral junction (CVJ) abnormalities. *Journal of Dental and Medical Sciences* 14(12): 33-49, 2015
10. Weidman EK, Heier LA: Imaging evaluation of tha pediatric craniovertebral junction. *Neurographics* 9(6):380-390, 2019
11. Yurdakul S, Aytekin S: Karotis ve vertbaral arterlerin doppler ultrasonografi ile görüntülenmesi. *Türk Kardiol Dem Arş* 39(6):508-517, 2011