

# Konjenital beyin anomalilerinin tanısında manyetik rezonans görüntüleme ve bilgisayarlı tomografi\*

Saim Açıkgözoğlu, Demet Aydoğdu Kıreşi, Kemal Ödev

Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı, Konya

**Amaç:** Bu çalışmada konjenital anomalilerde manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve bilgisayarlı tomografinin (BT) tanısai değerini araştırmayı amaçladık. **Yöntem:** Konjenital anomalisi olan 25 hastadaki 39 anomalinin MRG ve 23 anomalinin BT tanıları değerlendirildi. **Bulgular:** MRG ile 25 hastada 39 konjenital beyin anomalisi saptandı: 11 olguda korpus kallozum agenezisi, 4 olguda Arnold- Chiari malformasyonu, 4 olguda nazal-frontal ve orbital ensefalosel, 2 olguda oksipital meningosel ve meningoensefalosel, 1 olguda Dandy –Walker malformasyonu vardı. 4 olguda heterotopi, 4 olguda lizensefali, 4 olguda fokal kortikal displazi, 3 olguda şizensefali ve 2 olguda hemimegalensefali. Bu olguların 23'üne BT incelemesi yapıldı ve bu 23 olgunun 14'üne (% 61) BT ile doğru tanı kondu. **Sonuç:** Parsiyel korpus kallozum agenezisi ve heterotopilerde MRG tercih edilmelidir. Kemik anomalileri ile birlikte olan beyin anomalilerinde bilgisayarlı tomografi gerekli bir yöntemdir.

Anahtar kelimeler: Konjenital serebral anomali, manyetik rezonans görüntüleme, bilgisayarlı tomografi

**The diagnosis of congenital brain anomalies: Magnetic resonance imaging and computerized tomography**

**Objective:** The objective of this study was to evaluate the spectrum of computerized tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) in congenital brain anomalies. **Methods:** MR imaging was performed in 25 patients with 39 anomalies. 23 anomalies were also undergone CT examination. **Results:** 39 kongenital brain anomalies were detected in 25 patients by MRI: Corpus callosum agenesis (n=11), Arnold-Chiari malformation (n=4), nasal, frontal and orbital encephalocel (n= 4), occipital meningocel and meningoencephalocel (n=2) and Dandy-Walker malformation (n=1) were detected. Moreover, 4 cases were diagnosed as heterotopia, 4 as lissencephaly, 4 as focal cortical dysplasia, 3 as schizencephaly and 2 as hemimegalencephaly. 23 of these patients CT was performed and detected 14 (61%) anomalies by CT scanning. **Conclusion:** MR imaging should be preferred in partial corpus callosum agenesis and heterotopies. CT scanning is required for cranial bone anomalies.

**Key words:** Congenital brain anomalies, magnetic resonance imaging, computerized tomography

**Genel Tıp Derg 2000;10(2):77-82.**

Gebeliğin 7. haftasından itibaren lateral ventrikül duvarında subependimal alanda germinatif matriks denilen bölgede nöronlar gelişmeye başlar. Nöronlar glial hücre fibrillerinin kılavuzluğunda 8. haftadan sonra radial olarak kortekse göç ederler. Kortekse ulaşan nöronlar aynı zamanda horizontale göç ederek

girusların şekillenmesini sağlar (1). Nöronların oluşumunu ve radial ve lateral göçlerinde genetik, iskemik, enfeksiyon veya metabolik nedenlerle hata meydana gelirse nöronal göç anomalileri ve giruslarda şekil bozuklukları ortaya çıkar (2,3). Konjenital anomalileri radyodiagnostik olarak tanımak bilgisayarlı tomografinin (BT) tıpta kullanılması ile kolaylaşmıştır. Manyetik rezonans görüntülemenin (MRG) tıpta kullanılmaya başlaması ile de heterotopi tipi anomaliler başta olmak üzere konjenital beyin anomalilerini tanımada yeni bir çıkış açılmıştır (4).

\*Ön çalışması RAD 99 4. Tıbbi Görüntüleme ve Girişimsel Radyoloji Kongresinde poster olarak sunulmuştur.

Yazışma adresi: Dr.Saim Açıkgözoğlu, Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı, 42080-Konya

*Genel Tıp Derg 2000;10(2)*

*Beyin anomalileri tanısında MRG ve BT-Açıkgözoğlu ve ark*

## Gereç ve yöntem

MRG ünitemizde kranial MRG incelemesi yapılan ve konjenital anomalisi olan 25 hastadaki 39 anomalinin MRG ve BT bulguları değerlendirildi. MRG incelemede, Picker marka 1.5 tesla gücünde manyetik rezonans cihazı ile T1A, T2A ve Tproton aksiyel kesitler, T1A sagittal kesitler yapıldı. BT kesitleri, Picker marka spiral tomografi ile 10 mm'lik kesit kalınlığında aralıksız kesitler şeklinde alındı. MRG tanıları temel ölçü alınarak BT tanıları ile karşılaştırıldı. Olguların radyolojik tanılarında MRG yeterli olduğundan ve X-ışın riski nedeniyle kemik defekti olan hastalar dışındaki olgulara ek BT incelemesi yapılmadı. Fakat hastaların MRG incelemesi öncesinde ilgili kliniklerce yaptırılan BT incelemeleri değerlendirmeye alındı.

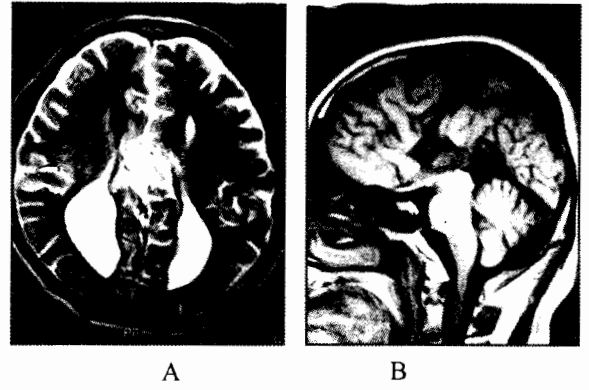
## Bulgular

Çalışma kapsamına alınan 25 olgunun 7'si 15 yaş ve üzerinde 18'i 15 yaşın altında idi. Çalışmada MRG tanıları temel ölçü alındı. Bu nedenle 39 olgunun hepsinde MRG sonuçları pozitif olarak değerlendirildi. 39 anomalinin 23 ünde BT kesitleri yapıldı ve BT ile bunların 14'ünde (% 61) doğru tanıya gidildi.

11 olguda korpus kallozum agenezisi, 4 olguda Arnold-Chiari malformasyonu, 4 olguda nazal-frontal ve orbital ensefalosel, 2 olguda oksipital meningesel ve meningoensefalosel, 1 olguda Dandy-Walker malformasyonu vardı. Nöronal migrasyon anomalileri olarak 4 olguda heterotopi, 4 olguda lizensefali, 4 olguda fokal kortikal displazi, 3 olguda şizensefali ve 2 olguda hemimegalensefali görüldü.

11 olguda korpus kallozum agenezisi mevcuttu. 8 olguya aynı zamanda BT incelemesi de yapıldı ve bunların 6'sına BT ile doğru tanı konuldu. Korpus kallozumda parsiyel agenezi olan 2 olguda BT başarısız oldu. 1 olguda korpus kallozum agenezisi ile birlikte santral araknoid kist ve paraventriküler heterotopi vardı. Paraventriküler heterotopiyi göstermede BT başarısız oldu (Resim 1).

4 olguda Arnold-Chiari malformasyonu vardı. Olguların tümü yetişkin yaş grubunda idi. Bunların 2'sinde servikal hidromiyeli de mevcuttu. Olguların 2'sinde BT incelemesi yapıldı. 1 olguda BT'de tonsiller herniasyon bulgusu vardı. Diğer 1 olguya ise BT ile tanı konulmadı (Resim 2).



Resim 1. Korpus kallozum agenezisi

A. T2 ağırlıklı aksiyel MRG kesitinde üçüncü ventrikülün ve inferior serebral venlerin korpus kallozum agenezisine sekonder olarak yüksek konumda olduğu görülmektedir. Lateral ventriküllerin özellikle trigon ve oksipital hornlarında genişleme vardır. Lateral ventriküller birbirinden uzaklaşmıştır.

B. Sagittal T1 ağırlıklı MRG kesitinde korpus kallozumun olmadığı, parafalksiyal girusların korpus kallozum olmadığı için yatay konumundan ventriküler sisteme doğru uzanan Probst demetleri oluşturduğu görülmektedir. 3. ventrikül yüksek konumdadır, hidrosefali yoktur.

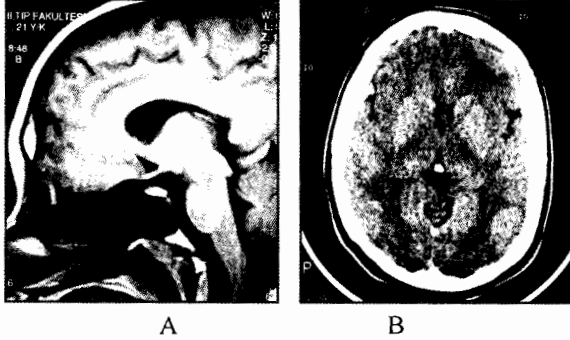


Resim 2. Arnold-Chiari malformasyonu

Sagittal T2 ağırlıklı MRG kesitinde serebellar tonsillerin foramen magnumdan servikal kanala uzandığı, kordu öne baskılandığı görülmektedir. Olgu 25 yaşında kadındır. Beyinde basınç artırıcı kitle ve diğer patolojiler yoktur. Birlikte hidrosefali yoktur. Kordda küçük hidromiyeli görülmektedir.

4 olguda nazal-frontal ve orbital ensefalosel görüldü. 2'si çocuk, 2'si yetişkin kadındı. Çocuk olgunun birinde hem orbitonazal, hem de sol frontal kemik defekti vardı. Bu olguların hepsine BT incelemesi yapıldı ve kemik defektleri daha iyi görüntülendi. 4

olguda heterotopi görüldü. Yetişkin 1 olguda aynı zamanda frontoorbital ensefalosel vardı. 4 olguya da BT incelemesi yapıldı. Orbitonazal ensefalosel olan olguda heterotopi şüpheliydi. Bu olgularda BT ile heterotopi tanısı konulmamıştı (Resim 3).

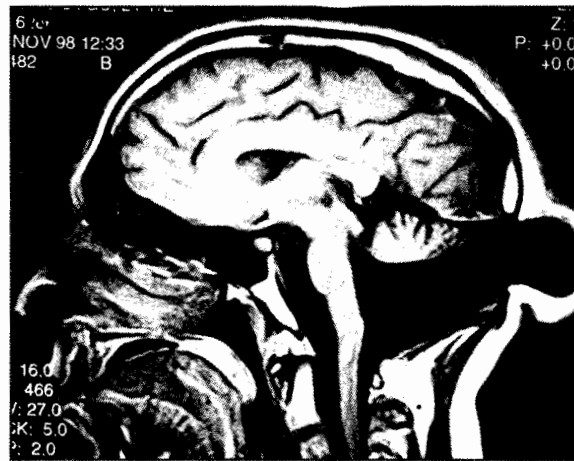


*Resim 3. Frontoorbital ensefalosel*

A. T1 ağırlıklı sagittal MRG kesitinde frontal bölgede küçük ensefalosele ait beyin dokusunun frontorbitale uzandığı görülmektedir.

B. BT aksiyel kesitinde sağda frontal lob içinde net görülmeyen heterotopi vardır. MRG öncesi BT raporunda tanı almamıştı.

Oksipital meningesel ve meningoensefalosel 2 olguda görüldü. Olguların biri çocuk, biri yetişkindi. Yetişkin olanda aynı zamanda Dandy-Walker anomalisi de vardı. Bu olgulara BT incelemesi yapılmadı (Resim 4).



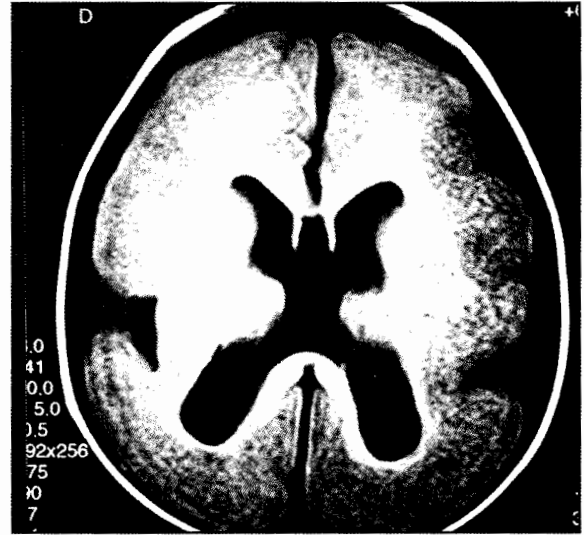
*Resim 4. Oksipital miyelosel ve Dandy-Walker malformasyonu*

21 yaşında erkek olguda sagittal T1 ağırlıklı MRG kesitinde oksipital bölgede meningesel ve vermiste parsiyel agenezi görülmektedir. Hastada oksipital meningesel ve Dandy-Walker anomalisi birlikte bulunmaktadır.

4 olguda fokal kortikal displazi vardı. Olgular frontal ve frontoparietal yerleşimli idi. 1 olguya BT yapılmış ve lezyon saptanmamıştı. Şizensefali 3 olguda vardı. BT incelemesi yapılmadı.

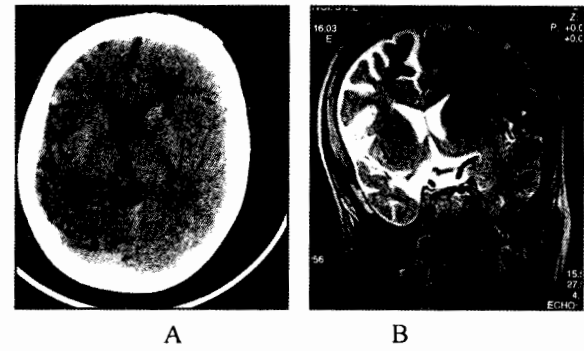
4 olguda lizensefali görüldü. 3 olguda BT yapıldı ve 2 olguda BT ile korteks kalın görünmekteydi. Diğer 1 olguda ise BT ile korteks normal olarak değerlendirildi (Resim 5).

2 olguda hemihipertrofi saptandı. BT incelemesi 1 olguda yapıldı ve BT ile tanı konuldu (Resim 6).



*Resim 5. Lizensefali*

3 yaşındaki olguda T1 ağırlıklı aksiyel MRG kesitte sulkusların düz, lateral ventrikülün geniş, gri maddenin kalın ve Sylvian fissürlerin derin olduğu görülmektedir.



*Resim 6. Hemihipertrofi*

A. Aksiyel BT kesitinde sağ hemisfer küçük ve kısmen atrofik, orta hatta sağa şift vardır, sol hemisfer hipertroftiktir.

B. Aynı olgunun T2 ağırlıklı koronal MRG kesitinde sağ hemisferde atrofik görünüm ve sol hemisferde hipertrofik görünüm vardır. Vasküler yapıların açık olduğunu gösteren signalsizlik görülmektedir.

## Tartışma ve Sonuç

Korpus kallozum gebeliğin 10-18. haftalarında önden arkaya doğru oluşur. Parsiyel defektleri gelişim dönemlerine bağlı olarak daha çok arka bölgesinde görülür. Korpus kallozum agenezisinde 3. ventrikül yukarı yükselir. Lateral ventriküller paralel ve birbirinden uzak konumdadır. Parasagittal giruslar korpus kallozum yokluğu nedeniyle lateral ventrikül içine doğru uzanır (Probst bandılları). Santral serebral ven yukarı çıkabilir. Santral kistler, lipom, heterotopi birlikte olabilir. Bir olgumuzda hem santral kist hem de heterotopi vardı. MRG, özellikle parsiyel agenezileri, heterotopileri ve santral kistlerin ventrikülden ayrılmasını göstermede BT'ye üstündür (5,6). Beraberinde Dandy- Walker malformasyonu, nöronal migrasyon anomalileri, orta hat fasial anomaliler, ensefalosel olabilir (7-9). Çalışmamızda bir olguda orta hat fasial defekti, 1 olguda migrasyon anomalisi vardı. 2 olguda parsiyel defekt vardı ve bu olgulara BT ile tanı konulmamıştı. Bu 2 olguda aynı zamanda septum pellucidum agenezisi de vardı. Santral kist MRG ile daha iyi görüntülendi. MRG'de yukarıda belirtilen korpus kallozum agenezi bulguları tipik olarak görülmekteydi.

Arnold-Chiari malformasyonu serebellar tonsillerin foramen magnumdan aşağı doğru 5 mm'den fazla uzanmasıdır. Birlikte siringohidromiyeli olabilmektedir. MRG özellikle sagittal kesitler ile tonsillerin herniasyon düzeyini ve siringohidromiyeliyi göstermede BT'ye üstündür (3,5). MRG ile görülen 4 olgunun 2'sinde hidromiyeli vardı. BT yapılan 2 olgunun 1'inde BT ile tanı konulmuştu.

Ensefaloselin % 75'i oksipital bölgede ve kalanı sfenoid ve frontal bölgede görülür. BT kemik defektini göstermede başarılıdır, fakat kese içeriğinin özelliklerini her zaman net ortaya koyamayabilmektedir. MRG hem kese içeriğini ve beyinle bağlantısını ortaya koymada, hem de farklı düzlemlerde ve intensitede kesitler alması ile uzanımlarını ortaya koymada BT'ye göre daha duyarlı bir yöntemdir. Frontal bölge ensefalosellerinde yüz anomalileri ve korpus kallozum agenezisi olabilmektedir (8,10). Çalışmamızda 4 olguda orbitonazal ve 2 olguda oksipital ensefalosel ve meningosel saptandı. Ventral olanların kemik ilişkilerini daha iyi göstermek için

BT incelemesi de yaptırıldı. Bir olguda orta hat nazal defekt korpus kallozum agenezisi birlikte vardı. 1 olguda aynı zamanda heterotopi saptandı. Oksipital meningoselli olguda aynı zamanda Dandy-Walker anomalisi de görüldü.

Dandy -Walker malformasyonunda vermiste tam veya parsiyel agenezi, 4. ventrikül ile mega sisterna magna arasında bağlantı ve serebellar hemisferlerde hipoplazi olmaktadır. Ayırıcı tanıda mega sisterna magna ve araknoid kist akla gelmelidir. Tanıda BT yeterli olmakla beraber MRG daha duyarlı görüntü vermektedir. Özellikle parsiyel vermiste agenezileri ile mega sisterna magnayı ayırmada sagittal MRG kesitleri etkilidir (10,11). Özellikle parsiyel vermiste agenezilerinde BT yetersiz kalabilmektedir. Olgumuzda 4. ventrikülün posterior açıklığı sagittal MRG kesitleri ile net olarak ortaya konmaktaydı.

Nöronlar periventriküler alandan periferde doğru radial, periferde ise horizontal doğrultuda göçer ve kortikal katmanlar şeklinde yerleşirler. Nöron göçündeki engellenme sonucunda heterotopiler görülür ve girus oluşumunun yeterli olmaması ile girus anomalileri (pakigri, agri, polmikrogri, lisensefali) görülür (10,11). Temelde tüm kortikal gelişim anomalileri bir tür heterotopidir. MRG'de genelde korteks ile izointens görülmekle beraber, bazen T2'de hiperintens görülebilir. İç ve dış kortikal çizgiler düzensizdir. MRG, BT'den daha duyarlı sonuç vermektedir. (12-16). Polimikrogri ile birlikte şizensefali veya korpus kallozum anomalileri de olabilmektedir (16-18). Heterotopi genelde nöronların radial düzlemde göçünün durma lokalizasyonuna göre subependimal, subkortikal lokalize, subkortikal bant heterotopisi veya diffüz heterotopi şeklinde olabilir. Subependimal yerleşimi düz, ovoid, ventriküle uzanan küçük kitleler gibi görülebilir (19,20). Çalışmamızda ensefalosel, korpus kallozum agenezisi ve santral kisti olan 2 ayrı olguda aynı zamanda heterotopinin görülmesi, beyaz madde oluşumundaki lokalizasyon bozukluğunun heterotopiye neden olabileceğini düşündürmektedir.

BT'de heterotopi görülmeyebilir. Bu nedenle nöbet nedenini araştırmak için çekilen BT incelemeleri normal olabilir. MRG, BT'ye göre daha duyarlıdır. Korteksle izointens olması, çevresinde ödem olmaması ve kontrast tutulmaması ile kitleden ayrılır (20-22). Çalışmamızda parçalı heterotopi olan 4 olgunun hepsinde MRG ile doğru tanı kondu.

Heterotopik alan T1 ve T2 ağırlıklı sekanslarda korteks ile izointensdi. Çevresinde ödem ve gliozisi düşündürecek beyaz madde intensite değişimi yoktu. BT incelemesinde bir olguda sağ frontal bölgede şüpheli tanı konulurken, diğer 3 olguda heterotopik alan görülmedi. İki olguda aynı zamanda başka anomaliler vardı ve bunlar BT ile saptandı. BT'de anomalisi olan ve heterotopi açısından şüpheli kalan olgularda MRG incelemenin de yapılması daha doğru sonuç verecektir.

Lisensefalide girusların hiç oluşmaması veya az oluşması nedeniyle beyin yüzeyi düz görülür. Gebeliğin erken döneminde gelişen bir anomalidir, 5 tipi vardır (23,24). Lisensefalide BT ile tanı konulabilmekte, fakat MRG daha doğru sonuç vermektedir. Çalışmamızda lisensefalili 4 olgunun hepsinde MRG ile doğru tanı konurken, BT yapılan 3 olgunun 2'sinde korteks kalın ve düz görülmüştür.

Fokal kortikal displazide fokal olarak subkortikal yerleşimli displazik hücre kümesi vardır. Bu tür lezyonlar aynı zamanda kortikal lokal heterotopi olarak da değerlendirilmektedir. Korteks kalınlaşır. Genelde frontal bölgede görülür. Dirençli epilepsi nedenlerindedir. Displaziye komşu beyaz madde MRG'de T2A sekansta hafif hiperintens görülür (24). 4 olguda MRG ile fokal kortikal displazi saptadık. Heterotopik alanlar korteks kalınlaşması şeklinde görülmekteydi, T1 ve T2 ağırlıklı MRG sekanslarında gri madde ile izointensiteler. Bu olguların 2'sine BT incelemesi yapılmıştı ve normal olarak değerlendirildi.

Ventriküle ulaşan veya ulaşmayan, korteksi gri madde ile döşenmiş parankimal yarıklara şizensefali denir. Yarık çevresindeki gri madde displaziktir. Santral sulkus düzeyinde daha sık görülür. Kapalı tipinde arada BOS yoktur ve heterotopi ile karışabilmektedir. Ensefaloklastik kistler ile karışabilir. Kistlerde parankimal yarık korteksi, şizensefaliden farklı olarak, beyaz madde ile kaplıdır (17,23,25). 2 olguda şizensefali vardı. Olgulara BT incelemesi yaptırılmadı. Diğer bir olguda ensefaloklastik kist vardı. Kistik lezyon lateral ventriküle açılmaktaydı. Yarık kenarlarının gri madde yerine beyaz madde ile çevrili olması ile tipik şizensefaliden ayrılmaktaydı.

Hemimegalensefalide tek taraflı beyin hacminde artış olmaktadır. Lokal olarak veya tüm hemisferde

hamartomatöz büyüme vardır. Hipertrofik tarafta ventrikül geniş olabilmektedir. BT ve MRG'de tek taraflı serebral hemisferde diffüz büyüme vardır. Giruslar kısmen kalındır. Hipertrofik hemisferde gliosis ve heterotopi olabilmektedir (26-30). Tek taraflı atrofi ile karıştırılmamalıdır. 2 olguda tek taraflı, diffüz hemisferik hemihipertrofi olguda hemimegalensefali ile uyumlu bulgular vardı.

Sonuç olarak heterotopi ve Chiari malformasyonları başta olmak üzere konjenital beyin anomalilerini radyolojik olarak tanımada MRG, BT'ye göre üstün sonuçlar vermektedir. Özellikle çocukluk dönemlerinde ve BT ile konjenital anomali saptanan olgularda gri madde göç anomalilerini tanımada MRG gerekli bir yöntemdir. Yine nöbetleri bulunan ve BT incelemesi normal olan olgularda nöbet nedeni olarak heterotopiyi göstermek için MRG yapılmalıdır. Ventral alandaki kemik defektlerini göstermede BT incelemesi tercih edilmelidir. Korpus kallozumun tam agenezilerinde BT yeterli bulgu vermekte, fakat parsiyel agenezilerinde yeterli olmayabilmektedir.

## Kaynaklar

1. McConnell S, Kaznowski C. Cell cycle dependence of lamina determination in the developing cerebral cortex. *Science* 1991;254:282-5.
2. Barkovich AJ, Kuzniecky RI. Neuroimaging of focal malformation of cortical development. *J Clin Neurophysiol Soc* 1996;13:481-94.
3. Barkovich A, Gressens P, Evrard P. Formation, maturation, and disorders of brain neocortex. *AJNR* 1992;13:423-46.
4. Kuzniecky RI. Magnetic resonance imaging in developmental disorders of the cerebral cortex. *Epilepsy* 1994;35:44-56.
5. Jelliger K, Gross H, Kaltenbach E, Grisold W. Holoprosencephaly and agenesis of the corpus callosum: Frequency of associated malformations. *Acta Neuropathol* 1981;55:1-10.
6. Billette de Villemeur T, Chiron C, Robain O. Unlayered polymicrogyria and agenesis of the corpus callosum: A relevant association? *Acta Neuropathol* 1992;83:265-70.
7. Barkovich AJ, Lyon G, Evrard P. Formation, maturation, and disorders of white matter. *AJNR* 1992;13:447-61.
8. Şener RN, Savaş R. Serebral destrüktif lezyonlar ve induksiyon bozuklukları. İçinde: Şener RN, editör. *Pediyatrik nöroradyoloji*. RAD 1991 yayınları; 1999. p.9-18.
9. Koçer N, Çekirge İS. Nöronal migrasyon anomalileri. İçinde: Şener RN, editör. *Pediyatrik nöroradyoloji*. RAD 1991 yayınları; 1999. p.19-27.
10. Altman NR, Naidich TP, Braffman BH. Posterior fossa malformations. *Am J Neuroradiol* 1992;38:691-724.

11. Barkovich AJ, Norman D. Anomalies of the corpus callosum: Correlations with further anomalies of the brain. *Am J Neuroradiol* 1988;51:171-9.
12. Robain O, Deonna T. Pachygyria and congenital nephrosis disorder of migration and neuronal orientation. *Acta Neuropathol* 1983;60:137-141.
13. McBride MC, Kemper TLM. Pathogenesis of four-layered microgyric cortex in man. *Acta Neuropathol* 1992;57:93-8.
14. Kuzniecky RI, Barkovich AJ. Pathogenesis and pathology of focal malformations of cortical development and epilepsy. *J Clin Neurophysiol Soc* 1996;13:481-94.
15. Dobyns WB, Stratton RF, Grennberg F. Syndromes with lissencephaly-1: Miller-Dieker and Norman-Roberts syndromes and isolated lissencephaly. *Am J Med Genet* 1984;18:509-26.
16. Barkovich AJ, Rowley H, Bollen A. Correlation of prenatal events with the development of polymicrogyria. *AJNR* 1995;16:822-7.
17. Barkovich AJ. Abnormal vascular drainage in anomalies of neuronal migration. *AJNR* 1988;9:939-42.
18. Barkovich AJ, Kjos BO. Non-lissencephalic cortical dysplasia: Correlation of imaging findings with clinical deficits. *AJNR* 1992;13:95-103.
19. DiMario FJ, Cobb RJ, Ramsy GR, Leisher C. Familial band heterotopia simulating tuberous sclerosis. *Neurology* 1993;43:1424-7.
20. Barkovich AJ, Kjos BO. Gray matter heterotopias: MR characteristics and correlation with developmental and neurological manifestations. *Radiology* 1992;182:493-9.
21. Barkovich AJ, Koch T, Carrol C. The spectrum of lissencephaly: Report of ten cases analyzed by magnetic resonance imaging. *Ann Neurol* 1991;30:139-46.
22. Byrd SE, Bohan TP, Osborn RE, Naidich TP. The CT and MR evaluation of lissencephaly. *AJNR* 1988;9:923-7.
23. Zimmerman RA, Bilaniuk LT, Grossman RI. Computed tomography in migration disorders of human brain development. *Neuroradiology* 1983;25:257-63.
24. Bordarier C, Aicardia J, Goutieres F. Congenital hydrocephalus and eye abnormalities with severe developmental brain defects: Warburg's syndrome. *Ann Neurol* 1984;16:60-5.
25. Barkovich AJ, Kjos BO. Schizencephaly: Correlations of clinical findings with MR characteristics. *AJNR* 1992;13:85-94.
26. Barkovich AJ, Chuang SH. Unilateral megalencephaly: Correlation of MR imaging and pathologic characteristics. *AJNR* 1990;11:523-31.
27. Fitz CR, Harwood -- Nash DC, Boldt DW. The radiographic features of unilateral megalencephaly. *Neuroradiology* 1978;15:145-8.
28. Sarı A, Dinç H, Gümele HR. Migrasyon anomalileri: Kranyal MR bulguları. *TRD* 1999;34:261-5.
29. Şener RN. Hemimegalencephaly associated with contralateral hemispherical volume loss. *Pediatr Radiol* 1995;25:387-8.
30. Wolpert SM, Cohen A, Liberson M. Hemimegalencephaly: A longitudinal MR study. *Am J Neurol* 1994;15:1479-82.